

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ –
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΑΙΓΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΠΛΕΥΡΙΚΗ ΚΥΡΙΑΡΧΙΑ ΣΤΟΝ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟ»

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΜΑΡΙΑ ΣΙΑΚΚΑ

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΣΚΟΥΝΤΖΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΠΑΤΡΑ, 2012

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	iv
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	v
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1. Η ΠΛΕΥΡΙΚΗ ΚΥΡΙΑΡΧΙΑ ΩΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΚΑΙ ΕΝΝΟΙΑ	2
1.1. Η ΠΛΕΥΡΙΚΗ ΚΥΡΙΑΡΧΙΑ ΣΤΟ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ ΣΩΜΑ.....	2
1.2. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΗ ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑ Ή ΠΛΕΥΡΙΚΗ ΚΥΡΙΑΡΧΙΑ	3
1.3. ΘΕΩΡΙΕΣ ΠΛΕΥΡΙΩΣΗΣ.....	5
2. Η ΠΛΕΥΡΙΚΗ ΚΥΡΙΑΡΧΙΑ ΑΝΩ ΚΑΙ ΚΑΤΩ ΑΚΡΟΥ	11
2.1. ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ ΑΝΩ ΑΚΡΟΥ.....	11
2.2. ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ ΚΑΤΩ ΑΚΡΟΥ.....	13
2.3. ΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΡΕΥΝΩΝ	16
3. Η ΠΛΕΥΡΙΚΗ ΚΥΡΙΑΡΧΙΑ ΣΤΟΝ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟ	20
4. Η ΠΛΕΥΡΙΚΗ ΚΥΡΙΑΡΧΙΑ ΣΤΗΝ ΑΝΤΙΣΦΑΙΡΙΣΗ.....	27

4.1. ΕΙΔΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΗΣ ΑΝΤΙΣΦΑΙΡΙΣΗΣ	27
4.2. Η ΠΛΕΥΡΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΑΝΤΙΣΦΑΙΡΙΣΗ.....	30
4.3. ΠΛΕΥΡΙΩΣΕΙΣ ΚΑΚΩΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΑΝΤΙΣΦΑΙΡΙΣΗ.....	34
5. Η ΠΛΕΥΡΙΚΗ ΚΥΡΙΑΡΧΙΑ ΣΤΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟ	37
5.1. ΠΡΟΤΙΜΗΣΗ ΚΑΤΩ ΑΚΡΟΥ ΣΤΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟ.....	37
5.2. ΜΥΟΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΕΣ ΣΕ ΠΑΙΚΤΕΣ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟΥ.....	41
5.3. ΠΛΕΥΡΙΚΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ ΣΤΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟ.....	43
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	47
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	50
ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ.....	50
ΕΛΛΗΝΙΚΗ.....	64

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 3.1. Κύκλος αλληλοενίσχυσης ασυμμετριών.....	22
Σχήμα 3.2. Σχέση λειτουργικών πλευριώσεων και τραυματισμών στον αθλητισμό..	23
Σχήμα 3.3. Λειτουργικές πλευρικότητες στον αθλητισμό	24

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία επιχειρεί να αναδείξει την έννοια της πλευρικής κυριαρχίας στον αθλητισμό. Για το σκοπό αυτό η εργασία διακρίνεται σε γενικό μέρος, το οποίο απαρτίζεται από τις δύο πρώτες ενότητες και αφορά την επαρκέστερη κατανόηση του φαινομένου της πλευρικότητας, και σε ειδικό καθώς οι επόμενες τρεις ενότητες είναι αφιερωμένες στην πλευρική κυριαρχία σε διάφορα αθλήματα.

Στην πρώτη ενότητα αναφέρονται οι διάφορες μορφές πλευρικότητας που παρουσιάζονται στο ανθρώπινο σώμα, οι ορισμοί και οι έννοιες που συγχέονται με την πλευρική κυριαρχία και οι διάφορες θεωρίες που την πλαισιώνουν.

Στη δεύτερη ενότητα παρατίθενται στοιχεία σχετικά με την ποσοτική μέτρηση της πλευρικής κυριαρχίας άνω και κάτω άκρου και μία κριτική ανάλυση ερευνών που έχουν πραγματοποιηθεί πάνω στο θέμα αυτό.

Στη τρίτη ενότητα γίνεται αναφορά στην επίδραση των χαρακτηριστικών της πλευρικότητας σε διάφορα αθλήματα και γενικότερα στο χώρο του αθλητισμού.

Στη τέταρτη ενότητα αναλύεται το άθλημα της αντισφαίρισης και οι επιπτώσεις των πλευριώσεων στη λειτουργική ικανότητα των παικτών του.

Στη πέμπτη και τελευταία ενότητα περιγράφεται το ποδόσφαιρο, όπου η πλευρική κυριαρχία επηρεάζει τη μυοδυναμική λειτουργία των κάτω άκρων και αποτελεί αρνητικό παράγοντα για την τεχνικοτακτική του αθλήματος.

Καταληκτικά, παρά τα αντικρουόμενα συμπεράσματα των σχετικών ερευνών, αρχίζει να διαφαίνεται πως οι τάσεις πλευρίωσης επιδρούν αρνητικά στην επίδοση των αθλητών και συνδέονται με το μηχανισμό κάκωσης.

Λέξεις κλειδιά: πλευρική κυριαρχία, προτίμηση, αντισφαίριση, ποδόσφαιρο, μυοδυναμικές ασυμμετρίες, τραυματισμοί

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι να αναδείξει την επίδραση της πλευρικής κυριαρχίας σε κρίσιμες παραμέτρους του αθλητισμού, καθώς η κατανόηση της είναι χρήσιμη για τους προπονητές και τους αθλητικούς φυσικοθεραπευτές.

Η πλευρική κυριαρχία συνιστά τη συστηματική χρήση της μιας πλευράς έναντι της άλλης σε καθημερινές, αλλά και σε αθλητικές δραστηριότητες με μεγαλύτερη ευκολία και ταχύτητα, περισσότερη ακρίβεια και γενικότερα με μια καλύτερη ποιότητα κίνησης σε σχέση με την πλευρά που θεωρείται υποδεέστερη. Αν και οι συνθήκες πλευρικότητας στους αθλητές εμφανίζουν διαφοροποιήσεις συγκριτικά με το γενικό πληθυσμό, ωστόσο δεν έχει ξεκαθαριστεί αν είναι ευνοϊκότερες ή αν αποτελούν ένα ανασταλτικό παράγοντα για τον αθλητισμό.

Παράλληλα, η προπονητική επιβάρυνση και οι αυξημένες απαιτήσεις ενός αγώνα υποβάλλουν τους αθλητές σε μεγάλες μηχανικές φορτίσεις. Αυτές, λοιπόν, οι φορτίσεις οδηγούν σε μακροχρόνιες προσαρμογές τις μυοσκελετικές δομές και κατ' επέκταση συνδέονται με υψηλότερο ρίσκο τραυματισμού, γεγονός που πιστεύεται ότι είναι σε άμεση αλληλεπίδραση με την πλευρική κυριαρχία παρόλο που δεν έχει πλήρως τεκμηριωθεί.

Με βάση τις ελλείψεις που παρουσιάζονται στη βιβλιογραφία σχετικά με το φαινόμενο της πλευρικότητας, η παρούσα εργασία αποτελεί μια προσπάθεια μελέτης και καταγραφής των μέχρι τώρα ερευνητικών δεδομένων με στόχο την εξαγωγή χρήσιμων διαπιστώσεων για τον ερευνητικό σχεδιασμό, αλλά και για τη φυσικοθεραπευτική αξιολόγηση και αποκατάσταση των αθλητικών κακώσεων.

Η ΠΛΕΥΡΙΚΗ ΚΥΡΙΑΡΧΙΑ ΩΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΚΑΙ ΕΝΝΟΙΑ

1.1. Η ΠΛΕΥΡΙΚΗ ΚΥΡΙΑΡΧΙΑ ΣΤΟ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ ΣΩΜΑ

Η ύπαρξη σημαντικών πλευρικών διαφοροποιήσεων και λειτουργικών ασυμμετριών στο ανθρώπινο σώμα αποτελεί κοινή επιστημονική διαπίστωση (Coren & Porac, 1978). Η χειροπλευρικότητα είναι ίσως η πιο ευρέως μελετημένη ανθρώπινη πλευρική προτίμηση (Coren & Porac, 1978, Bryden, 1982, Strauss, 1986, Gabbard, 1992), παρόλο που πλευρικές προτιμήσεις υπάρχουν και στα κάτω άκρα (Vagenas & Hoshizaki, 1991, Vagenas & Hoshizaki, 1992, Gabbard & Iteya, 1996), όπως επίσης και στη λειτουργία των ματιών και των αυτιών (Coren & Porac, 1978, Warren & Stem, 2006). Σύμφωνα με τον Dittmar (2002), όλες οι πλευρικότητες σχετίζονται μεταξύ τους και κυρίως οι λειτουργικές ασυμμετρίες των άκρων (χειροπλευρικότητα και ποδοπλευρικότητα).

Αρκετοί ερευνητές (Oldfield, 1971, Annett, 1976) έχουν διαπιστώσει πως η χειροπλευρικότητα καθορίζεται από την κατεύθυνση και τους διαφορετικούς βαθμούς προτίμησης. Κάποια άτομα εμφανίζουν ξεκάθαρη δεξιά ή αριστερή πλευρική κυριαρχία, ενώ άλλα παρουσιάζουν διάφορες μορφές μικτής πλευρικότητας. Θεωρείται πως τα άτομα που επιδεικνύουν σταθερή προτίμηση δεξιού ή αριστερού χεριού σε δραστηριότητες όπως γράψιμο, ρίψη αντικειμένου, σβήσιμο ενός διακόπτη, βούρτσισμα των δοντιών, προτιμούν το ίδιο χέρι σε όλες τις δραστηριότητες. Η διαφοροποίηση παίρνει αρκετές μορφές και ένα άτομο μπορεί να χρησιμοποιεί το ένα χέρι αποκλειστικά για γράψιμο και το αντίθετο άκρο για την ρίψη κάποιου αντικειμένου (Brown & Taylor, 1988).

Η ποδοπλευρικότητα χαρακτηρίζεται από τη σταθεροποίηση και την κινητοποίηση ή τον έλεγχο ενός αντικειμένου. Το πόδι που χειρίζεται ένα αντικείμενο ή εκτελεί μια κίνηση ορίζεται ως το κυρίαρχο πόδι και το πόδι που στηρίζει τις δραστηριότητες του κυρίαρχου ποδιού παρέχοντας σταθεροποίηση είναι το μη κυρίαρχο (Peters, 1988). Ωστόσο, συχνή είναι η εμφάνιση του φαινομένου της χρήσης του ενός ποδιού για δραστηριότητες επιδεξιότητας (έλεγχος μπάλας και επίτευξη στόχων) και του άλλου για εκρηκτικές δραστηριότητες μικρής, όμως, ακρίβειας (Anderson & Sidaway, 1994).

Συνήθως σε έρευνες βιολογίας και ψυχολογίας είναι σημαντική η αναφορά της πλευρικής κυριαρχίας, ενώ ελάχιστη προσοχή έχει δοθεί για τη μικτή πλευρικότητα υποστηρίζοντας ότι η αμφιδεξιότητα είναι σπάνια. Στον τομέα του αθλητισμού όμως, η μικτή πλευρικότητα κρίνεται από κάποιους ερευνητές ως επιθυμητή έως και απαραίτητη σε ορισμένα αθλήματα για τη μεγιστοποίηση της απόδοσης του αθλητή. Σύμφωνα με την Annett (1970), τα αμφιδέξια άτομα δεν είναι ιδιαίτερα ασυνήθιστα, όμως τόνισε ότι είναι σπάνιος εκείνος ο αμφιδέξιος που εμφανίζει ίση προτίμηση και για τα δύο χέρια σε εξειδικευμένες ενέργειες όπως το γράψιμο. Τα αμφιδέξια άτομα είναι 3 στους 1000 για το γράψιμο αλλά η μικτή πλευρικότητα είναι 100 φορές συχνότερη (Annett, 1998).

Σε μια άλλη εκδοχή του φαινομένου των πλευριώσεων υπάρχει και η περίπτωση ένα άτομο να χρησιμοποιεί αντίθετα άνω και κάτω άκρα ως κυρίαρχα, όπως για παράδειγμα δεξί χέρι με αριστερό πόδι (Bourassa et al., 1996). Ως εκ τούτου, οι έρευνες που μελέτησαν τη σχέση μεταξύ άνω και κάτω άκρων διαπίστωσαν ότι το ποσοστό προτίμησης αντίθετων άκρων είναι αρκετά μικρότερο από το ποσοστό προτίμησης της μιας πλευράς (Charman et al., 1987, Bryden et al., 1997, Kang & Harris, 2000, Hatta et al., 2005).

1.2. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΗ ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑ Ή ΠΛΕΥΡΙΚΗ ΚΥΡΙΑΡΧΙΑ

Ο όρος λειτουργική εγκεφαλική ασυμμετρία (Ward & Cantalupo, 1997, Corballis, 1998) αναφέρεται στην ύπαρξη, τον εντοπισμό ή τον ιδιαίτερο τρόπο επεξεργασίας μιας εξειδικευμένης γνωστικής λειτουργίας στο δεξί ή αριστερό εγκεφαλικό ημισφαίριο (Halpern et al., 1998). Στη διεθνή βιβλιογραφία συναντώνται πολλοί συνώνυμοι όροι της λειτουργικής εγκεφαλικής ασυμμετρίας όπως: ημισφαιρικότητα (Beaumont et al., 1984), ημισφαιρική εγκεφαλική κυριαρχία (Kucur & Kucur, 2002), εγκεφαλική πλευρίωση (McManus, 2002).

Η κατανόηση της λειτουργικής εγκεφαλικής ασυμμετρίας καθώς και η προέλευσή της αποτελούν ερευνητικό στόχο στο χώρο της αναπτυξιακής ψυχολογίας. Παρά τις επιστημονικές έρευνες που χρονολογούνται ακόμα και από τον προηγούμενο αιώνα (Broca, 1865, Jackson, 1874) δεν υπάρχει σήμερα κάποια αυτόνομη θεωρία ευρέως αποδεκτή ώστε να ερμηνεύει την προέλευση της

εγκεφαλικής ασυμμετρίας. Δύο επιστημονικές θεωρίες απασχολούν το πλήθος των ερευνητών. Η πρώτη θεωρία είναι η «ισοδύναμη υπόθεση», στην οποία δίνεται έμφαση στους παράγοντες που συντελούν στην ωρίμανση μεταξύ νηπιακής ηλικίας και ενηλικίωσης (Lenneberg, 1967). Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, τα δύο εγκεφαλικά ημισφαίρια δεν έχουν εξειδικευτεί κατά τη γέννηση αλλά εξειδικεύονται σταδιακά με το πέρασμα του χρόνου. Η δεύτερη θεωρία είναι το «σταθερό πρότυπο». Σύμφωνα με τη δεύτερη θεωρία, η λειτουργική εγκεφαλική ασυμμετρία υφίσταται κατά τη γέννηση και συνεχίζει να υπάρχει κατά τη διάρκεια όλης της ζωής του ανθρώπου (Kinsbourne, 1975). Συμπερασματικά, οι δύο παραπάνω θεωρίες διαφωνούν στο αν η λειτουργική εγκεφαλική ασυμμετρία προϋπάρχει εκ γενετής ή εδραιώνεται κατά τη διάρκεια της ζωής του ανθρώπου.

Με τον όρο πλευρίωση ή πλευρικότητα υποδηλώνεται η κυριαρχία της μιας πλευράς του σώματος σε ορισμένες λειτουργίες (Strauss, 1986, Kramer & Balsor, 1990, Grouios et al., 2000, Grouios et al., 2002a). Η πλευρίωση παρατηρείται σε ασυμμετρίες των κινητικών λειτουργιών (π.χ. προτίμηση χεριού, προτίμηση ποδιού) (Reiss & Reiss, 2000, Mikheev et al., 2002), των αισθητηριακό-αισθητικών λειτουργιών (π.χ. οπτική και ακουστική ασυμμετρία) (Lugo et al., 2002) και των γνωστικών λειτουργιών (π.χ. μνήμη, κρίση, μάθηση, ευφυΐα κ.λπ.) (Cicchetti & Posner, 2005). Οι ασυμμετρίες αυτές αντικατοπτρίζουν διαφοροποιημένη εξειδίκευση των δύο εγκεφαλικών ημισφαιρίων. Σύμφωνα με επιστημονικές μελέτες, το αριστερό ημισφαίριο είναι περισσότερο εξειδικευμένο στις γλωσσικές λειτουργίες, ενώ το δεξί στις χωρικές και την αντίληψη (Bryden, 1982, Geschwind & Galaburda, 1987). Όταν τα άτομα χρησιμοποιούν τον όρο πλευρίωση, αναφέρονται συνήθως στην ημισφαιρική εξειδίκευση (Βλάχος, 1998).

Ο κινητικός έλεγχος και οι αισθητικοί οδοί μεταξύ του εγκεφάλου και του υπόλοιπου σώματος είναι σχεδόν απόλυτα χιασμένοι. Κάθε πλευρά του σώματος ελέγχεται πρωτίστως από το εγκεφαλικό ημισφαίριο της αντίθετης πλευράς. Σε αυτό έγκειται και η επικράτηση της πιο «ισχυρής» πλευράς (Βλάχος, 1998). Στα άτομα με δεξιά πλευρική κυριαρχία, το αριστερό ημισφαίριο του εγκεφάλου εξειδικεύεται περισσότερο στις γλωσσικές λειτουργίες, ενώ το δεξί στις χωρικές. Αντίθετα, στα άτομα με αριστερή πλευρική κυριαρχία καλλιεργούνται ισότιμα και στα δύο ημισφαίρια οι γλωσσικές ικανότητες (Βλάχος, 1998).

Η σχέση ανάμεσα στην πλευρικότητα και τη γλωσσική λειτουργία έκανε τους επιστήμονες να υποθέσουν ότι η χειροπλευρικότητα, η οποία είναι ισχυρότερη και

ταυτόχρονα ευκολότερο να διαπιστωθεί από άλλες μορφές της πλευρικότητας, αντικατοπτρίζει τη λειτουργική εγκεφαλική ασυμμετρία (Roy, 1996). Έρευνες έχουν δείξει ότι η ποδοπλευρικότητα αποτελεί εγκυρότερη ένδειξη της λειτουργικής εγκεφαλικής ασυμμετρίας διότι είναι συνυφασμένη με την πλευρική προτίμηση του άνω άκρου και λιγότερο ευάλωτη σε περιβαλλοντικά αίτια (Searleman, 1980, Strauss, 1986, Chapman et al., 1987, Peters, 1988, Elias & Bryden, 1998).

1.3. ΘΕΩΡΙΕΣ ΠΛΕΥΡΙΩΣΗΣ

Για την εξήγηση των πλευρικών ασυμμετριών έχουν διατυπωθεί διάφορες θεωρίες που αφορούν κατά κύριο λόγο την πιθανή σχέση κάποιων παραγόντων με τις πλευριώσεις χωρίς όμως να έχει κατοχυρωθεί καμία από αυτές. Οι κυριότερες από αυτές είναι:

Γονιδιακοί μηχανισμοί και γενετικοί παράγοντες. Υπάρχουν λίγες αποδείξεις για τη γενετική επίδραση στις κυριαρχίες ματιού και κάτω άκρου (Merrell, 1957, Porac & Coren, 1979, Coren & Porac, 1980, Reiss et al., 1999). Εντούτοις, τα αποτελέσματα αρκετών μελετών ανέδειξαν μια γενετική παρέμβαση στην εξέλιξη της χειροπλευρικότητας (Coren & Porac, 1980, Boklage, 1981, McManus & Bryden, 1992, McKeever, 2000, McKeever, 2004, Bishop, 2005). Για παράδειγμα, ο Boklage (1981) σε μια μελέτη Αμερικανών διδύμων ανέφερε ένα ποσοστό κληρονομικότητας στην κυριαρχία του άνω άκρου που έφτανε στο 60-70%. Οι Bryden και Steenhuis (1991) εισηγήθηκαν ότι αυτό που ονομάζεται «βαθμός προτίμησης χεριού» είναι πιο κληρονομήσιμο από ότι η κατεύθυνση της προτίμησης χεριού. Αυτή η πρόταση ενισχύθηκε πρόσφατα από τον Bishop (2005), ο οποίος μελέτησε την πλευρική κυριαρχία στα άνω άκρα διδύμων σε Αγγλία και Ουαλία και συμπέρανε πως ο βαθμός προτίμησης άνω άκρου είναι φανερά συνδεδεμένος με γενετικούς παράγοντες ενώ η κατεύθυνση όχι. Οι Francks et al. (2003) έπειτα από μελέτες αδελφών με προβλήματα ανάγνωσης κατέγραψαν το μεγαλύτερο ποσοστό κληρονομικότητας σχετικά με την επιδεξιότητα των άνω άκρων. Παρά το γεγονός ότι υπάρχουν στοιχεία που υποστηρίζουν τη γενετική προδιάθεση στην προτίμηση άνω άκρου, δεν έχουν αναγνωριστεί ακόμα το γονίδιο που είναι υπεύθυνο και ο μηχανισμός με τον οποίο παρεμβαίνει. Ωστόσο, έχουν προταθεί αρκετά γονιδιακά μοντέλα για τη χειροπλευρικότητα, από τα οποία τα σημαντικότερα είναι της Annett

(1985), του McManus (1985; McManus & Bryden, 1992) και Yeo και Gangestad (1993).

Πολιτισμικές και περιβαλλοντικές επιδράσεις. Οι Laland et al. (1995) αποδίδουν τις ατομικές διαφοροποιήσεις στη χειροπλευρικότητα σε πολιτισμικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες παρά στην άμεση επίδραση της γενετικής προδιάθεσης. Αντίθετα, η Annett (1998) υποστηρίζει πως οι πολιτισμικοί και περιβαλλοντικοί παράγοντες μπορούν να επηρεάσουν το επίπεδο έκφρασης της προτίμησης άνω άκρου αλλά όχι τη θεμελιώδη διανομή της. Η υπόθεση των Porac και Coren (1981) ότι ζούμε σε ένα «δεξιόπλευρα σχεδιασμένο» κόσμο αποτέλεσε ακρογωνιαίο λίθο για αρκετές έρευνες οι οποίες μελέτησαν τις επιπτώσεις του κοινωνικού προτύπου και τις αλλαγές στην κυριαρχία των άκρων που παρατηρούνται με το πέρασμα των χρόνων (Coren, 1995, Laland et al., 1995). Ο Bourassa και οι συνεργάτες του (1996) αναφέρθηκαν στη σημαντική επίδραση του κοινωνικού υπόβαθρου και της κουλτούρας και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η ηλικία αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα της διαμόρφωσης των πλευριώσεων. Η εξήγηση για τις αλλαγές στην πλευρική κυριαρχία με την ηλικιακή ωρίμανση, συμπεριλαμβανομένου και τις αλλαγές στην εγκεφαλική ασυμμετρία (Brown & Jaffe, 1975, Kaas, 1995), φέρεται να είναι η συνεχής παραγωγή επιδράσεων, από την αύξηση της κοινωνικής πίεσης για χρησιμοποίηση του δεξιού χεριού στο παρελθόν, μέχρι την αθροιστική επίδραση των δεξιόπλευρων εφαρμογών και χρήσεων. Οι McManus et al. (1999) υποστηρίζουν ότι ο βαθμός της πλευρικότητας μπορεί να επηρεαστεί από την εμπειρία. Η προτίμηση χεριού και ποδιού συνδέεται με τις περιβαλλοντικές επιδράσεις, την εκπαίδευση, τα ατυχήματα, την κοινωνική πίεση, την προσωπική κινητοποίηση, το οικογενειακό πρότυπο και τις εκάστοτε πολιτισμικές συνθήκες. Εντούτοις, ο Peters (1990) υποστηρίζει ότι οι καθημερινές δραστηριότητες που απαιτούν τη χρήση των ποδιών είναι λιγότερες και συνήθως λιγότερο σύνθετες από τις λειτουργικές κινητικές δεξιότητες των άνω άκρων. Η ποδοπλευρικότητα είναι λιγότερο επιρρεπής σε δεξιόπλευρες κοινωνικές πιέσεις επομένως θεωρείται καλύτερος δείκτης εγκεφαλικής ασυμμετρίας από την προτίμηση χεριού (Searleman, 1980, Chapman, Chapman & Allen, 1987, Peters, 1988, Gabbard & Hart, 1995, Day & MacNeilage, 1996, Bryden et al., 1997, Elias & Bryden, 1998, Elias et al., 1998, MacNeilage et al., 1998).

Ένας ακόμη τύπος περιβαλλοντικών παραγόντων ασχολείται με το ενδομήτριο περιβάλλον κατά τη διάρκεια κρίσιμων φάσεων της ανάπτυξης του

εμβρύου. Μία από τις πιο ενδιαφέρουσες θεωρίες αυτού του τύπου έχει προταθεί από τους Geschwind και Galaburda (1985), και υποστηρίζει ότι διαφορές στα επίπεδα των ορμονών, και ιδιαίτερα της τεστοστερόνης, κατά την εμβρυϊκή περίοδο αποτελούν την αιτία της διαφοροποιημένης προτίμησης χεριού. Θεώρησαν ότι το πλεόνασμα τεστοστερόνης ή η αυξημένη ευαισθησία σ' αυτήν, κατά τη διάρκεια της εμβρυϊκής ανάπτυξης, επιβραδύνει τη φυσιολογική μετανάστευση νευρώνων στο αριστερό ημισφαίριο και καθυστερεί έτσι την ανάπτυξη του και την ωρίμανση του αναπτυσσόμενου ανοσοποιητικού συστήματος. Η σκέψη τους ήταν ότι το παραπάνω γεγονός ελαττώνει τους ρυθμούς ανάπτυξης του αριστερού ημισφαιρίου και του θύμου αδένα, οδηγώντας σε αυξημένα ποσοστά αριστεροχειρίας.

Κατά τον Previc (1991) η θέση του μωρού στο τελευταίο τρίμηνο της κύησης, που οφείλεται στο κινητικό πρότυπο της μητέρας, δημιουργεί μια προδιάθεση πλευρικής ανάπτυξης του εγκεφάλου, ευνοώντας το αριστερό ημισφαίριο. Αυτή η αναπτυξιακή ασυμμετρία θεωρήθηκε ότι προκαλεί όλες τις πλευριώσεις, καθότι όπως θεωρεί ο ίδιος ερευνητής, το πλεονέκτημα του αριστερού ημισφαιρίου, που επικρατεί στους περισσότερους ανθρώπους, εξηγεί και την προτίμηση της αριστερής πλευράς για τον έλεγχο της στάσης και της δεξιάς πλευράς για τις εκούσιες κινητικές δεξιότητες.

Ηλικιακή ωρίμανση. Η προτίμηση της δεξιάς πλευράς είναι φανερή σε όλες τις ηλικίες, ωστόσο έχουν αναφερθεί σημαντικές διαφοροποιήσεις της πλευρικότητας ανάλογα με το βιολογικό στάδιο ανάπτυξης (Porac et al., 1980, Dargent-Pare et al., 1992, Gabbard & Iteya, 1996, Porac, 1996, Bell & Gabbard, 2000). Έρευνες που εξέτασαν τις αναπτυξιακές αλλαγές κατά τη παιδική ηλικία, συμπέραναν ότι στις ηλικίες 4-8 ετών παρουσιάζεται μικτή ποδοπλευρικότητα, η οποία μέχρι την ηλικία των 11 ετών καταργείται και εμφανίζεται η προτίμηση δεξιού κάτω άκρου (Whittington and Richardson 1987, Gentry & Gabbard, 1995). Σύμφωνα με τον Gabbard (2000), η χειροπλευρικότητα σταθεροποιείται σε ηλικία 6 ετών και η προτίμηση κάτω άκρου σε ηλικία 11-15 ετών.

Σε μελέτες παιδιών και ενηλίκων, το ένα τρίτο των παιδιών φέρονται να εμφανίζουν μικτή ποδοπλευρικότητα (Gabbard & Bonfigli, 1987), ενώ στους ενήλικες αυτό το ποσοστό μειώνεται στο 18%. Σημαντικό είναι επίσης το γεγονός ότι ενώ το 60% των παιδιών ήταν καθαρά δεξιόποδες, αυτό το ποσοστό μεγάλωνε δραματικά περίπου στο 75% όσον αφορά τους ενήλικες. Η αριστερή κυριαρχία, τόσο για το άνω όσο και για το κάτω άκρο, παρουσιάζεται σε παιδιά και ενήλικες σε ποσοστό 6-8%

(Gabbard et al, 1991). Συμπερασματικά, η μικτή ποδοπλευρικότητα τείνει να γίνει δεξιά προτίμηση κάτω άκρου με την ενηλικίωση, ενώ η αριστερή κυριαρχία παραμένει σταθερή σε όλη τη διάρκεια της ζωής του ανθρώπου (Gabbard & Iteya, 1996).

Επίσης, ευρήματα ερευνών υποστηρίζουν πως και η δεξιοχειρία αυξάνεται με την ηλικιακή ωρίμανση. Ο Porac (1993) έδειξε ότι υπάρχει μια τάση προς τη δεξιά κυριαρχία στο άνω άκρο με το πέρασμα των χρόνων (ιδιαίτερα στις ηλικίες πάνω από 60 ετών) και επεσήμανε ιδιαίτερα, ότι αυτή η τάση ήταν υψηλότερη σε δραστηριότητες που δεν απαιτούν ιδιαίτερες δεξιότητες (ανύψωση αντικειμένων) και μικρότερη σε πιο πολύπλοκες δεξιότητες (γράψιμο). Ο ίδιος ερευνητής λίγα χρόνια μετά (1996) κατέληγε στο συμπέρασμα, ότι και η χρήση του δεξιού ποδιού αυξάνεται με την ενηλικίωση. Οι Bell και Gabbard (2000) μελέτησαν την προτίμηση κάτω άκρου σε άτομα ηλικίας 18-60 ετών, όπου και επιβεβαίωσαν τα ευρήματα του Porac (1996).

Αντίθετα, οι Kalisch et al. (2006) υποστηρίζουν πως δεν υφίσταται θετική συσχέτιση μεταξύ ηλικίας και πλευρικότητας. Αναφέρουν ότι η δεξιοχειρία, ειδικά μετά την ηλικία των 60, μειώνεται και μετατρέπεται σε ισορροπημένη επίδοση με ίση συχνότητα των δύο χεριών γεγονός το οποίο οφείλεται σε αλλαγές της εγκεφαλικής ασυμμετρίας.

Ανατομικές ασυμμετρίες. Αρκετοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι οι λειτουργικές ασυμμετρίες σχετίζονται με ανατομικές ασυμμετρίες στη δομή του εγκεφάλου (Previc, 1991) και στο μέγεθος των άκρων (Friberg & Kvist, 1988). Η θεωρία των Geschwind και Galaburda (1987) όσον αφορά την εγκεφαλική ασυμμετρία και τη σπουδαιότητα αυτής για τις πλευριώσεις, δίνει ιδιαίτερη έμφαση στις σχέσεις που αναπτύσσονται σε δομικό και λειτουργικό επίπεδο. Οι Geschwind & Levitsky (1968) βρήκαν ότι το 65% των ασθενών τους είχαν μεγαλύτερο αριστερό κροταφικό πεδίο (~1cm) γεγονός που μπορεί να εξηγεί την εξειδίκευσή του στις γλωσσικές λειτουργίες.

Η ανατομική εγκεφαλική ασυμμετρία συσχετίζεται με το φύλο και την προτίμηση χεριού. Συγκεκριμένα, παρατηρείται μεγαλύτερος συνολικός όγκος στους άνδρες, μεγαλύτερος όγκος σε περιοχές σχετικές με τη γλώσσα και το συναίσθημα στις γυναίκες και μειωμένη έως ελλειπής ασυμμετρία στους αριστερόχειρες.

Επιπλέον, πιστεύεται ότι η πλευρά του σώματος που είναι κυρίαρχη είναι ελαφρώς μεγαλύτερη από τη μη κυρίαρχη. Οι Friberg & Kvist (1988) σε μια έρευνα

τους διαπίστωσαν ότι οι ανατομικές ασυμμετρίες των κάτω άκρων σχετίζονται με την πλευρικότητα και ειδικότερα πως το μακρύτερο πόδι είναι και το κυρίαρχο.

Φύλο. Ο Levy (1971) ισχυρίστηκε ότι οι άντρες υπερισχύουν σε οπτικοχωρικές διεργασίες διότι τείνουν να είναι πιο πλευρικοί ενώ οι γυναίκες παρουσιάζουν μικτή πλευρικότητα και ως αποτέλεσμα υπερτερούν στις γλωσσικές λειτουργίες. Οι De Lacoste-Utamsing και Holloway (1982) βρήκαν ότι μεταξύ των δύο φύλων υπάρχουν ανατομικές διαφορές στον εγκέφαλο και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ο εγκέφαλος της γυναίκας είναι λιγότερο πλευρικός από τον εγκέφαλο του άντρα. Συνεπώς, οι De Lacoste-Utamsing και Holloway (1982), αλλά και οι Harris (1978), Bryden (1979) και McGlone (1980), συμφωνούν με την υπόθεση του Levy (Voyer, 1996).

Αξίζει να αναφερθεί ότι, ο McKeever (2004) σε μια έρευνά του για το γονιδιακό μηχανισμό, αναφέρει ότι οι γυναίκες με αριστεροχειρία έχουν ισχυρότερη επίδραση στη γενετική παρέμβαση για τη χειροπλευρικότητα των απογόνων τους από τους αριστερόχειρες άντρες. Οι Annett (1973), Ashton (1982), Spiegler και Yeni-Komshian (1983) και Risch και Pringle (1985) έθεσαν ως κριτήριο χειροπλευρικότητας το χέρι που χρησιμοποιείται για τη γραφή και διαπίστωσαν πως στους αρσενικού φύλου απογόνους ήταν μεγαλύτερο το ποσοστό αριστεροχειρίας.

Οι Gabbard και Iteya (1996) δε βρήκαν διαφορές στις πλευρικές κυριαρχίες των ανδρών και των γυναικών στην ποδοπλευρικότητα, όπως επίσης και ο Porac (1993) στη χειροπλευρικότητα. Οι McManus et al. (1999) κατέγραψαν σημαντικές διαφορές υπέρ των ανδρών στον αριθμό των αριστερόχειρων. Οι Gentry και Gabbard (1995), σε μια ανασκόπηση των διαφορών πλευρίωσης μεταξύ ανδρών και γυναικών κατέληξαν στο γενικό συμπέρασμα ότι υπάρχουν διαφορές στην ποδοπλευρικότητα και ειδικότερα ότι το ποσοστό των ανδρών με αριστερή ποδοπλευρικότητα είναι μεγαλύτερο από αυτό των γυναικών. Σε πιο πρόσφατη έρευνα, οι Greenwood et al. (2007), επίσης συμπέραναν ότι η αριστερή κυριαρχία είναι συχνότερη στους άντρες.

Μυϊκή ισχύς και νευρική αγωγιμότητα. Αρκετές μελέτες έχουν εξερευνήσει τη σχέση μεταξύ μυϊκής ισχύος, νευρικής αγωγιμότητας και πλευρικής κυριαρχίας, αλλά κατέληξαν σε αντικρουόμενα αποτελέσματα. Έτσι η μυϊκή ισχύς όταν μετρήθηκε στα κάτω άκρα μη αθλητών, δεν απέδωσε σχέση μέγιστης ισχύος και πλευρικής κυριαρχίας, ενώ αντίθετα, η χειροπλευρικότητα φέρεται να αλληλεπιδρά με τη νευρική αγωγιμότητα των περιφερικών νεύρων (Cress et al., 1963, Porac &

Coren, 1979, Tan, 1985). Σύμφωνα με την έρευνα των Singh et al. (1977) η ταχύτητα κινητικής αγωγιμότητας των νεύρων (TKA) ήταν μεγαλύτερη στο δεξί χέρι για τους δεξιόχειρες και στο αριστερό για τους αριστερόχειρες, δεδομένο που αποδόθηκε στην πιθανή υπερτροφία του επικρατούντος χεριού. Διαφορές προς την ίδια κατεύθυνση βρήκαν και οι La Fratta and Smith (1964), αλλά δε θεωρήθηκαν σημαντικές. Αντίθετα, υπάρχει μεγάλος αριθμός ερευνών που υποστηρίζουν ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της TKA των αντίστοιχων νεύρων των δύο μελών (Gonyea and Ericson 1976, Casabona et al., 1988, Hennessey et al., 1994). Συμπερασματικά, αν υφίσταται σχέση μεταξύ μυϊκής ισχύος, νευρικής αγωγιμότητας και πλευρικής κυριαρχίας πιθανότατα να αποτελεί επακόλουθο της πλευρικότητας παρά αίτιο.

2. ΠΛΕΥΡΙΚΗ ΚΥΡΙΑΡΧΙΑ ΑΝΩ ΚΑΙ ΚΑΤΩ ΑΚΡΟΥ

2.1. ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ ΑΝΩ ΑΚΡΟΥ

Η επιλεκτική λειτουργική χρήση του ενός χεριού σε σχέση με το άλλο, τόσο για εξειδικευμένες όσο και για μη εξειδικευμένες δραστηριότητες, αποτελεί το πιο σαφές παράδειγμα πλευρίωσης. Η υπεροχή αυτή του ενός άνω άκρου έναντι του άλλου συνιστά τη συστηματική του χρήση σε καθημερινές δραστηριότητες και κυρίως στις αθλητικές δραστηριότητες με μεγαλύτερη ευκολία, περισσότερη ακρίβεια και γενικότερα με μια καλύτερη ποιότητα της κίνησης σε σχέση με το άνω άκρο που θεωρείται υποδεέστερο.

Η συντριπτική πλειοψηφία των ανθρώπων είναι δεξιόχειρες, γεγονός που φανερώνει την εξειδίκευση του αριστερού ημισφαιρίου για τις χειρωνακτικές εργασίες και αντικατοπτρίζει τη λειτουργική εξειδίκευση του αριστερού ημισφαιρίου στους ανθρώπους (Βλάχος, 1998). Περίπου το 90% του πληθυσμού χρησιμοποιεί το δεξί χέρι για τη γραφή και για άλλες εξειδικευμένες δραστηριότητες και το 10% προτιμά το αριστερό.

Οι αριστερόχειρες, σε αντίθεση με τους δεξιόχειρες, δεν έχουν σταθερή προτίμηση προς την αριστερή πλευρά (Peters and Servos, 1989, Cherry and Kee, 1991), φέρουν μικρότερες ασυμμετρίες σε εξειδικευμένες δραστηριότητες (Peters and Pang, 1992, Carlier et al., 1993) αλλά και σε μη εξειδικευμένες (Semmler and Nordstrom, 1995) και είναι λιγότερο πλευρικοί στις γλωσσικές λειτουργίες (Marzi et al., 1988, Hellige et al., 1994). Έρευνες υποστηρίζουν την υπεροχή των αριστερόχειρων έναντι των δεξιόχειρων στις μη-γλωσσικές (οπτικο-χωρικές, οπτικο-κατασκευαστικές, οπτικο-κινητικές) λειτουργίες (Annett, 1992a, McManus et al., 1993) και αντίστοιχα την υπεροχή των δεξιόχειρων στις γλωσσικές λειτουργίες (Annett & Turner, 1974; Natsopoulos et al, 1998).

Στα άνω άκρα, και ιδίως στα άκρα χέρια, η λειτουργική ασυμμετρία ορίζεται κυρίως από τη συστηματική προτίμηση χεριού στην εκτέλεση κινητικών δεξιοτήτων (Annett, 1970, Peters, 1998) και τη διαφοροποίηση της επιδεξιότητας μεταξύ των χεριών (Annett, 1970, Peters, 1998). Επίσης, για κάποιους ερευνητές το επικρατέστερο χέρι ορίζεται και από το χέρι που επιδεικνύει τη μεγαλύτερη δύναμη (Chau, et al., 1997). Αντίθετα, οι Bryden et al. (2000) υποστηρίζουν ότι η δύναμη

εξαρτάται περισσότερο από άλλους παράγοντες όπως είναι η ηλικία, η φυσική σωματική κατάσταση, ο αθλητισμός κλπ. Σε σύγκριση με την ανάλυση δύναμης, η ταχύτητα (Flowers, 1975, Annett, 1985) θεωρείται πιο συχνή μέτρηση προτίμησης άνω άκρου (Bryden et al., 2000).

Οι προτιμήσεις χεριού, βρίσκονται κατά μήκος μιας συνέχειας από αυτούς που χρησιμοποιούν πάντα το αριστερό τους χέρι μέχρι αυτούς που χρησιμοποιούν πάντα το δεξί τους χέρι για όλα τα κινητικά θέματα (Annett, 1970, Hardyck & Petrinovich, 1977). Κατ' επέκταση, εξετάζοντας την πλευρική προτίμηση στα άνω άκρα, οι ερευνητές διαχωρίζουν τους δοκιμαζόμενους διαβαθμίζοντας τους σε «τελείως» ή «εν μέρει» δεξιόχειρες, αριστερόχειρες και αμφιδέξιους (Fischer, 1992, Elias et al., 1998). Έτσι, χρησιμοποιούνται όροι όπως βαθμός πλαγιότητας ή βαθμός προτίμησης χεριού (Oldfield, 1971, Annett, 1976).

Η χρήση των ερωτηματολογίων επιτρέπει τη λήψη της κατεύθυνσης, η οποία αφορά τα απόλυτα άκρα της κλίμακας της προτίμησης χεριού (δεξιχειρία και αριστεροχειρία) (Annett, 1976, Oldfield, 1971) ή/και του βαθμού, ο οποίος καλύπτει όλο το εύρος της κλίμακας της προτίμησης χεριού (συνεπή δεξιχειρία/αριστεροχειρία, μη-συνεπή δεξιχειρία/αριστεροχειρία ή αμφιδεξιότητα) (Schachter et al., 1987).

Τα ερωτηματολόγια αφορούν εξειδικευμένες (π.χ. γράψιμο) αλλά και μη εξειδικευμένες (π.χ. μεταφορά βαλίτσας) καθημερινές δραστηριότητες. Η πιο καθοριστική ερώτηση, η οποία δε λείπει σχεδόν ποτέ από τέτοιου είδους ερωτηματολόγια είναι ποιο χέρι χρησιμοποιεί ο εξεταζόμενος για να γράψει (Porac, & Searleman, 2002). Τα πιο γνωστά ερωτηματολόγια είναι των Crovitz-Zener (1962), της Annett (1970a), το Edinburgh (EHI) (Oldfield, 1971), των Raczkowski, Kalat και Nebes (1974), των Briggs και Nebes (1975) και το Waterloo των Steenhuis και Bryden (1989). Όλα τα προαναφερθέντα ερωτηματολόγια διαφοροποιούνται ως προς την έκταση και το είδος των ερωτήσεων (Hardyck & Petrinovich, 1977).

Επίσης, αρκετοί ερευνητές μελέτησαν τη διάγνωση της χειροπλευρικής εφαρμοζοντας διάφορες δοκιμασίες επίδοσης. Οι μελέτες που διερευνούν την προτίμηση χεριού μέσω των συγκεκριμένων ποσοτικών μετρήσεων εστιάζονται σε χαρακτηριστικά της επίδοσης σε ποικίλα κινητικά έργα. Αυτά τα χαρακτηριστικά και τα αντίστοιχα έργα διερεύνησής τους, τα οποία γίνονται σε συγκεκριμένα χρονικά πλαίσια, είναι: **α)** η ταχύτητα ["handwriting" (Provins & Magliaro, 1993), "dot tapping task", (Tapley & Bryden, 1985), "finger tapping task" (Peters, 1980), "grooved

pegboard task" (Annett, 1985), "peg or disk moving" (Annett, 1976, 1985a, Roy, 1996), "Hand – Dominance Test" (HDT), "tracing lines", "dotting circles", "dotting squares" (Steingruber, 1975, Jancke, 1996)], **β**) η ακρίβεια ["square-tracing task" (Bishop, 1990), "throwing at targets" (Watson & Kimura, 1989), "manual aiming" (Roy & Elliott, 1986)], **γ**) η δύναμη ["dynamometer" (Corey et al, 2001), "grip strength" (Provins & Magliaro, 1993)], **δ**) η νευρική αγωγιμότητα ["electromyographic activity" (Diederichen et al., 2006)].

Η προτίμηση χεριού στους ενήλικες διερευνάται κυρίως συνδυαστικά, με την εφαρμογή τόσο των ερωτηματολογίων όσο και των δοκιμασιών επίδοσης. Τα πορίσματα επιβεβαιώνουν μια ισχυρή συσχέτιση ανάμεσα στις δυο εν λόγω μετρήσεις. Συγκεκριμένα, στα άτομα με τις ισχυρότερες προτιμήσεις χεριού παρατηρούνται και οι μεγαλύτερες διαφορές επίδοσης των δυο χεριών κατά την εκτέλεση συγκεκριμένων κινητικών έργων (Annett, 1976, Peters & Durdin, 1979, Peters, 1998, Corey et al., 2001).

Όσον αφορά την προτίμηση χεριού στα παιδιά, αρκετοί ερευνητές έχουν χρησιμοποιήσει τη μέθοδο των ερωτηματολογίων. Άλλοι πάλι ισχυρίζονται πως η παραπάνω μέθοδος δεν είναι κατάλληλη για παιδιά ηλικίας μέχρι 5 ετών, διότι τα μικρά παιδιά αυτής της ηλικίας, δεν είναι σε θέση να επιδείξουν το χέρι προτίμησης τους, απαντώντας σε τέτοιου τύπου ερωτήσεις (Ozturk et al., 1999).

2.2. ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ ΚΑΤΩ ΑΚΡΟΥ

Ο όρος προτίμηση κάτω άκρου αναφέρεται στη σταθερή επιλογή του ενός ποδιού έναντι του άλλου, με βάση την αποτελεσματικότητά του, για την εκτέλεση σύνθετων κινητικών δεξιοτήτων, χωρίς ωστόσο να έχει αποκωδικοποιηθεί επαρκώς ο μηχανισμός που τη στηρίζει (Grouios et al, 2002b,c). Οι περισσότερες μελέτες (Hardyck & Petrinovich, 1977, Bryden, 1982, Annett, 1996) αναφέρουν ότι το 70% περίπου του γενικού πληθυσμού επιδεικνύει προτίμηση στο δεξί του πόδι και το υπόλοιπο 30% περίπου επιδεικνύει προτίμηση στο αριστερό του πόδι ή και στα δύο πόδια.

Συνήθως ο ρόλος των κάτω άκρων είναι υποστηρικτικός στις κινήσεις που εκτελούν τα άνω άκρα και, επιπλέον, σε μεγάλο βαθμό, καθορίζεται από αυτές. Η λειτουργική ασυμμετρία στα κάτω άκρα είναι λιγότερο έντονη από ότι στα άνω άκρα

και δεν είναι εύκολο να διαγνωσθεί. Εξαίρεση αποτελεί ο τομέας του αθλητισμού, όπου τα κάτω άκρα εμπλέκονται μόνο σε δραστηριότητες όπου υπάρχει γνήσια διαφοροποίηση κινήσεων (Maupas et al, 1999).

Σύμφωνα με τη θεωρία της Annett (1985), οι δεξιόχειρες επιδεικνύουν και προτίμηση δεξιού ποδιού αλλά η κατεύθυνση της προτίμησης του ποδιού δεν ακολουθεί την προτίμηση χεριού στους αριστερόχειρες. Αυτή η θεωρία ενισχύθηκε από τον Peters (1988), ο οποίος διαπίστωσε ότι όλοι οι δεξιόχειρες επέλεξαν το δεξί πόδι για το λάκτισμα της μπάλας, ενώ οι περισσότεροι αριστερόχειρες δεν παρουσίασαν αντίστοιχη προτίμηση στο αριστερό πόδι.

Στη διεθνή βιβλιογραφία (π.χ. Peters & Durdin, 1979, Chapman et al., 1987, Whittington & Richardson 1987, Peters, 1988, Coren, 1993, Day & McNeillage, 1996, Gabbard & Hart, 1996) συναντώνται διαφορετικοί ορισμοί της προτίμησης ποδιού που σχετίζονται με την κινητική λειτουργία των κάτω άκρων. Έτσι, ορίζεται ως προτιμώμενο πόδι αυτό το οποίο ενεργεί σε όλες τις κινητικές δραστηριότητες εκτελώντας εκούσιες κινήσεις, ή/και αυτό το οποίο χειρίζεται ή οδηγεί ένα αντικείμενο τοποθετώντας το στη σωστή του θέση ή αυτό το οποίο λακτίζει μία μπάλα. Αντίστοιχα, ως μη προτιμώμενο πόδι ορίζεται το πόδι το οποίο βοηθά στη διατήρηση της στήριξης του σώματος και πάνω στο οποίο γίνονται όλες οι περιστροφές του σώματος.

Επίσης, γίνεται διαχωρισμός μεταξύ της επιδεξιότητας των ποδιών (π.χ. σουτ για γκολ) και της αλτικής ικανότητας (π.χ. άλμα εις μήκος). Σε ποσοστό 90% για τους δεξιόχειρες και 25% για τους αριστερόχειρες υπερέχει η δεξιά πλευρά των κάτω άκρων στην πλευρική επιδεξιότητα ενώ η πλευρική αλτικής ικανότητας είναι καταμεμημένη απόλυτα ισοδύναμα (50%-50%).

Υπάρχει όμως και μια άλλη άποψη, η οποία υποστηρίζει πως στη μελέτη της πλευρικής των κάτω άκρων πρέπει να γίνεται διάκριση σε «κυριαρχία προτίμησης» και «κυριαρχία επίδοσης» (Reis, 1996). Η «κυριαρχία προτίμησης» αφορά την αυθόρμητη επιλογή ενός σκέλους στην εκτέλεση απλών, καθημερινών δραστηριοτήτων (π.χ. στήριξη κυρίως στο ένα σκέλος, κατά τη χαλαρή στάση του σώματος). Αντίθετα, η «κυριαρχία επίδοσης» συνδέεται με καταστάσεις, στις οποίες το ένα σκέλος πετυχαίνει τις καλύτερες επιδόσεις σε διάφορες δραστηριότητες, όπου τον πρωταρχικό ρόλο έχουν στοιχεία και παράμετροι της φυσικής κατάστασης, όπως είναι η δύναμη, η ταχύτητα, οι συναρμοστικές ικανότητες και η ακρίβεια της κίνησης (Oberbeck, 1989).

Οι μελέτες που διερευνούν την προτίμηση ποδιού εστιάζονται και αυτές στη χρήση ερωτηματολογίων και σε διάφορες δοκιμασίες επίδοσης. Η ανάπτυξη τρόπων μέτρησης του προτιμώμενου ποδιού και συγκεκριμένα ποιες δοκιμασίες θεωρούνται αξιόπιστες στην καταγραφή της προτίμησης, ήταν ένα θέμα που απασχόλησε σε μεγάλο βαθμό την επιστημονική κοινότητα.

Τα ερωτηματολόγια περιλαμβάνουν εξειδικευμένες (π.χ. λάκτισμα μπάλας σε στόχο) και λιγότερο εξειδικευμένες δοκιμασίες (π.χ. ανέβασμα σκάλας) που αφορούν τη στηρικτική και τη χειριστική ικανότητα των ποδιών. Οι συχνότερα αναφερόμενες δοκιμασίες στα ερωτηματολόγια για την αξιολόγηση της προτίμησης του ποδιού είναι η μονοποδική στήριξη για ένα λεπτό, το λάκτισμα της μπάλας σε στόχο και τα άλματα στο ένα πόδι για δέκα δευτερόλεπτα. Τα πιο γνωστά ερωτηματολόγια για τη διερεύνηση της προτίμησης ποδιού είναι των Chapman και συν. (1987), το Waterloo των Elias & Bryden (1998) και το αναθεωρημένο ερωτηματολόγιο Waterloo των Elias και συν. (1998).

Οι δοκιμασίες επίδοσης αναφέρονται στη μέτρηση της διαφορετικής επίδοσης των δύο ποδιών κατά την εκτέλεση κινητικών δεξιοτήτων (Chapman et al, 1987, Haaland & Hoff, 2003, Martin & Machado, 2005). Τέτοιες δοκιμασίες είναι: "hopping" (Chapman et al., 1987), "testing strength" (Singh, 1970, Rosenrot), "foot tapping" (Kauranen & Vanharanta, 1996) κ.α. Το "foot tapping" είναι μια δοκιμασία με το ένα σκέλος, η οποία εφαρμόζεται για τον έλεγχο της επίδοσης και κριτήριο της επίδοσης θεωρείται ο αριθμός των επαφών του πέλματος με το έδαφος μέσα σε ορισμένο χρονικό διάστημα (Peters & Durdin, 1979).

Στη μέτρηση προτίμησης συγκαταλέγεται και η αξιολόγηση των ανατομικών διαφορών μεταξύ των άκρων. Από την ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας βρέθηκε ότι η αξιολόγηση των ανατομικών διαφορών μεταξύ των άνω και μεταξύ των κάτω άκρων γίνεται με τις ακόλουθες τεχνικές: την ακτινοδιαγνωστική (Eckstein et al, 2002), την ανθρωπομετρική (Brenner et al, 2003), την οστεομετρική (Plochocki, 2004), την απεικονιστική (Oral et al., 2004), την αγγειογραφική (Haerle et al, 2002) και την ογκομετρική (Purves et al, 1994).

2.3 ΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΡΕΥΝΩΝ

Η χρήση των ερωτηματολογίων πλεονεκτεί στην εύκολη εφαρμογή τους και στην ταυτόχρονη αξιολόγηση μεγάλου αριθμού ατόμων σε μια σειρά δραστηριοτήτων μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα (Bryden et al., 1997). Το βασικό μειονέκτημά της αφορά την εγγενή υποκειμενικότητά τους και την αυξημένη πιθανότητα παρερμηνείας των οδηγιών τους. Το νόημα των ερωτήσεων ερμηνεύεται διαφορετικά από τον εκάστοτε εξεταζόμενο, αλλά και ο τελευταίος θα πρέπει να φανταστεί ή να ανακαλέσει τι θα έκανε σε μια αντίστοιχη συνθήκη, ώστε να συμπληρώσει το ερωτηματολόγιο με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια (Bryden et al, 2000).

Σε αντίθεση με τα ερωτηματολόγια, η μέτρηση της επίδοσης παρέχει μια πιο ακριβή και έγκυρη αξιολόγηση της κινητικής ασυμμετρίας των δύο πλευρών σε ένα συγκεκριμένο κινητικό έργο (Steenhuis & Bryden, 1989), επιτρέποντας τη ποσοτικοποίηση της κινητικής ασυμμετρίας σε μια συνεχή κλίμακα (Peters & Durdin, 1978, 1979, Annett, 1992a, 1992b). Τα μειονεκτήματά της αφορούν τη μέτρηση και αξιολόγηση ενός μόνο κινητικού έργου, τη δυσκολία αξιολόγησης μεγάλου αριθμού ατόμων και συγχρόνως αποτελεί μια χρονοβόρα διαδικασία προκειμένου να διεκπεραιωθεί η έρευνα (Provins & Magliaro, 1993, Bryden et al., 1997, Bolden & Moscarola, 2000).

Έρευνες δείχνουν πως υπάρχει ισχυρή συσχέτιση ανάμεσα στα ερωτηματολόγια και στις δοκιμασίες επίδοσης. Η Annett (1985) και οι Peters & Durdin (1979), αφού σύγκριναν τα αποτελέσματα από τα ερωτηματολόγια με τα ευρήματα από τις δοκιμασίες "peg-moving" και "finger-tapping" αντίστοιχα, συμπέραναν ότι η προτίμηση έχει άμεση σχέση με την επίδοση. Επίσης, η Annett (1976) διαπίστωσε ότι το κυρίαρχο χέρι είναι γρηγορότερο σε σχέση με το μη κυρίαρχο.

Οι Elliott et al. (2001) εξέτασαν τη λειτουργική ασυμμετρία των άνω άκρων στηριζόμενοι στο ερωτηματολόγιο του Bryden (1977) και στη δοκιμασία "manual aiming". Το δείγμα αποτέλεσαν 22 εθελοντές οι οποίοι ήταν όλοι τους δεξιόχειρες. Βάσει των ευρημάτων, διαπιστώθηκε ότι σε στοχοκατευθυνόμενες κινήσεις στη μη κυρίαρχη πλευρά πλεονεκτεί σε χρόνο αντίδρασης το αριστερό χέρι ενώ το δεξί είναι ταχύτερο στη κυρίαρχη πλευρά.

Οι Provins & Magliaro (1989) διερεύνησαν τη σχέση μεταξύ της πλευρίωσης και επίδοσης στα άνω άκρα σε 50 άντρες ηλικίας 17-28 ετών. Η προτίμηση χεριού καθορίστηκε από ένα ερωτηματολόγιο 20 θεμάτων και η καταγραφή της επίδοσης έγινε με την εφαρμογή της δοκιμασίας "handwriting". Στη δοκιμασία "handwriting" ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να γράψουν το αλφάβητο τρεις φορές όσο πιο γρήγορα μπορούσαν, πρώτα με το προτιμώμενο χέρι και έπειτα με το μη προτιμώμενο. Τα αποτελέσματα δεν κατέδειξαν σημαντικές διαφορές στο προτιμώμενο χέρι μεταξύ δεξιόχειρων και αριστερόχειρων, όμως κατά τη μέτρηση του μη προτιμώμενου σημειώθηκε καλύτερη επίδοση υπέρ των αριστερόχειρων. Επιπλέον, διαπιστώθηκε ότι μεταξύ των δύο χεριών στους δεξιόχειρες και αριστερόχειρες, οι δεξιόχειρες είχαν μεγαλύτερες διαφορές επίδοσης από τους αριστερόχειρες.

Οι Hore et al.(1996) εξετάζοντας την πλευρικότητα στα άνω άκρα, το αντικείμενο της έρευνάς τους αποτέλεσε η ευστοχία στις ρίψεις με το μη-κυρίαρχο άνω άκρο. Για το σκοπό αυτό οι δοκιμαζόμενοι (όλοι δεξιόχειρες), με σταθεροποιημένο τον κορμό τους, έριχναν από μια απόσταση 3 μέτρων 150 μπαλάκια αντισφαίρισης ο καθένας, σε τετράγωνο στόχο, πλευράς 6 εκατοστών. Μελετήθηκαν οι περιστροφικές κινήσεις στις αρθρώσεις του ώμου, του αγκώνα, του καρπού και των δακτύλων, μεμονωμένα, αλλά και σε σχέση με το συγχρονισμό (timing) της κίνησης. Συγκρίθηκαν οι επιδόσεις της κυρίαρχης και μη κυρίαρχης πλευράς και διαπιστώθηκε πως οι προσπάθειες των δοκιμαζόμενων ήταν σημαντικά λιγότερο εύστοχες και ακριβείς, όταν αυτοί έριχναν με το μη κυρίαρχο (αριστερό) άνω άκρο.

Στις μελέτες εμφανίζεται ένας σημαντικός αριθμός δεξιόχειρων και αριστερόχειρων με ισχυρότερο το μη προτιμώμενο χέρι (Balogun & Onigbinde, 1992, Crosby & Wehbe, 1994). Οι Schmidt και Toews (1970) ανέφεραν ότι σε δείγμα 1128 ανδρών που εξέτασαν, το 22,6% είχαν ισχυρότερο το μη προτιμώμενο χέρι έναντι του προτιμώμενου. Οι Petersen et al.(1989) βρήκαν ότι το 6,9% από τους δεξιόχειρες και το 48% από τους αριστερόχειρες είχαν ισχυρότερο το μη προτιμώμενο χέρι. Στην μελέτη των Hanten et al. (1999), το 16% των δεξιόχειρων και το 51% των αριστερόχειρων είχαν ισχυρότερο το μη προτιμώμενο χέρι έναντι του προτιμώμενου. Οι Incel et al. (2002) βρήκαν το 10,93% των δεξιόχειρων και το 33,33% των αριστερόχειρων, με ισχυρότερο το μη προτιμώμενο χέρι.

Οι Spry et al. (1993), διερεύνησαν τη δύναμη των καμπτήρων και των εκτεινόντων των κάτω άκρων σε άνδρες και γυναίκες. Το δείγμα αποτέλεσαν 43 άνδρες και 33 γυναίκες. Η καταγραφή της δύναμης των κάτω άκρων έγινε σε ισοκινητικό δυναμόμετρο τύπου Cybex II και η μέτρηση σε σταθερή γωνιακή ταχύτητα 60°/s. Οι δοκιμαζόμενοι έκαναν 3 μέγιστες προσπάθειες από τις οποίες επιλέχτηκε η καλύτερη. Η προτίμηση ποδιού καθορίστηκε από το ερωτηματολόγιο των Charman et al. (1987). Τα αποτελέσματα δεν κατέδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη δύναμη μεταξύ προτιμώμενου και μη προτιμώμενου κάτω άκρου. Συμπερασματικά, άνθρωποι οι οποίοι δεν ασχολούνται συστηματικά με κάποια αθλητική δραστηριότητα δεν επιδεικνύουν ισχυρή προτίμηση σε ένα από τα δύο πόδια.

Σε εκ διαμέτρου αντίθετα αποτελέσματα κατέληξαν οι Turunen et al. (1996), οι οποίοι έλεγξαν ηλεκτρομυογραφικά σε δεξιόχειρες μη αθλητές, αλλά και σε ποδοσφαιριστές και δρομείς σπρίντερ υψηλών επιδόσεων, τη διαφορά της κυρίαρχης από τη μη κυρίαρχη πλευρά των κάτω άκρων και διαπίστωσαν ασύμμετρη ενεργοποίηση του ορθού μηριαίου μυός με υπεροχή της δεξιάς πλευράς στους μη αθλούμενους, ενώ στους ποδοσφαιριστές και τους δρομείς η ενεργοποίηση ήταν περισσότερο συμμετρική.

Επίσης, μία ακόμη έρευνα μελέτησε τη μυϊκή δύναμη μεταξύ των κάτω άκρων σε 39 υγιείς άρρενες και ο προσδιορισμός του επικρατούντος σκέλους πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του αναθεωρημένου ερωτηματολογίου Waterloo. Για τη δυναμομέτρηση της μέγιστης σύσπασης των εκτεινόντων μυών του γόνατος, χρησιμοποιήθηκε το ισοκινητικό δυναμόμετρο GSMI. Η μέγιστη μυϊκή δύναμη μετρήθηκε βάση των ακόλουθων κινηματικών παραμέτρων: τύπος μυϊκής δράσης (μειομετρική – πλειομετρική), γωνιακή ταχύτητα εκτέλεσης (60°, 120°, 180° / sec). Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε και στα δύο σκέλη. Για να εξετάσει τη σχέση επικρατούντος σκέλους με τα δεδομένα της δυναμομέτρησης ακολούθησε το στατιστικό μοντέλο της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης. Στη συνέχεια, πραγματοποίησε σύγκριση μεταξύ επικρατούντος και μη επικρατούντος σκέλους. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το δεξί σκέλος είναι το επικρατούν κατά 82%, το αριστερό 15%, ενώ 3% του δείγματος παρουσίασε αμφίπλευρη προτίμηση. Από την ανάλυση των δεδομένων δε διαπιστώθηκε ύπαρξη γραμμικής σχέσης μεταξύ της πλευρικής επικράτησης όπως εκφράζεται μέσα από το ερωτηματολόγιο με την απόλυτη μέγιστη μυϊκή δύναμη των εκτεινόντων μυών του γόνατος σε όλες τις κινηματικές

παραμέτρους. Παρόλα αυτά, το μη επικρατούν σκέλος παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντικά ισχυρότερο του επικρατούντος για τη μειομετρική σύσπαση, στις 120° και 180° / sec (Μυλωνάς, 2010).

3. Η ΠΛΕΥΡΙΚΗ ΚΥΡΙΑΡΧΙΑ ΣΤΟΝ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟ

Η πλευρική κούτητα στον αθλητισμό περιλαμβάνεται ως λήμμα στο λεξικό της ιατρικής επιστήμης και έχει ως εξής: Πλευρική κούτητα στον αθλητισμό είναι η μη οφειλόμενη σε ασθένεια λειτουργική προτίμηση οργάνων ή μελών μιας πλευράς του σώματος (Roche-Lexicon Medizin 1999). Παράλληλα με την προτίμηση της μιας πλευράς συναντάται και το φαινόμενο της πλευρικής κυριαρχίας. Πλευρική κυριαρχία είναι η λειτουργική υπεροχή της μιας πλευράς σε ποσοτικά ή ποιοτικά χαρακτηριστικά κατά την εκτέλεση διάφορων κινητικών δραστηριοτήτων (Ullmann, 1987). Πλευρική προτίμηση και πλευρική κυριαρχία δεν είναι απαραίτητο να είναι πάντοτε ταυτόσημες για την ίδια πλευρά. Αυτό σημαίνει πως σε ορισμένες περιπτώσεις είναι δυνατόν άλλη να είναι η πλευρά που προτιμάται για την εκτέλεση κάποιων δεξιοτήτων και ταυτόχρονα η αντίθετη πλευρά να υπερτερεί στην επίδοση σε συγκεκριμένες παραμέτρους της φυσικής κατάστασης. Ενδιαφέρον γεγονός αποτελεί το ότι η πλευρική προτίμηση στατιστικά δε συσχετίζεται με τη μέγιστη δύναμη και αυτό σημαίνει πως το άκρο στο οποίο δείχεται προτίμηση, δεν είναι απαραίτητα και το πιο δυνατό (Hatta et al., 2005).

Η πλευρική κυριαρχία στον αθλητισμό προσελκύει διαρκώς το αμείωτο ενδιαφέρον των ερευνητών, λόγω της πρακτικής της σημασίας στο πλαίσιο της προπόνησης ή των αγώνων. Αναφορικά με τη διάγνωση και την επίδραση της πλευρική κούτητας στον τομέα του αθλητισμού, έχουν διεξαχθεί αρκετές έρευνες σε μια πληθώρα γνωστών, αλλά και λιγότερο διαδεδομένων, αθλημάτων, όπως είναι το σκι (Willits, 1998), η καλαθοσφαίριση (Bale & Scholes, 1986), η ποδηλασία (Smak et al, 1999), το τζούντο (Mikheev et al., 2002), η ξιφασκία (Bisiacchi et al, 1985) κ.α. Αν και γενικά αναγνωρίζεται πως η σημασία της πλευρική κούτητας είναι πολύ μεγάλη για την επίδοση των αθλητών, εντούτοις τα αποτελέσματα και συμπεράσματα που έγιναν γνωστά από εμπειρικές έρευνες δεν αξιοποιήθηκαν στο βαθμό που θα έπρεπε στην αθλητική πράξη (Salonikidis et al., 2001).

Επιπλέον, ενδιαφέρον προκαλεί και ο προβληματισμός αν οι συνθήκες στην πλευρική κούτητα είναι διαφορετικές στον πληθυσμό των αθλητών υψηλών επιδόσεων απ' ότι στον υπόλοιπο πληθυσμό ή, απλά, αν διαφέρει ο τρόπος κατανομής τους. Πάντως, με κανέναν τρόπο δεν αποδείχθηκε πως οι εξαίρετοι αθλητές και αθλήτριες διαθέτουν ευνοϊκότερες προϋποθέσεις πλευρική κούτητας. Αν και όντως παρουσιάζουν

άλλες συσχετίσεις στη χειροπλευρικότητα, στην ποδοπλευρικότητα και την πλευρικότητα στρέψεως απ' ότι οι ασχολούμενοι μόνο με το μαζικό αθλητισμό ή τα απροπόνητα άτομα, ωστόσο, το πρόβλημα της πλευρικότητας δεν παύει να «ταλανίζει» και αυτούς (Spry et al, 1993).

Η κινητική πλευρικότητα συντίθεται από ανεξάρτητους μεταξύ τους παράγοντες, οι οποίοι είναι η χειροπλευρικότητα (*handedness*), η ποδοπλευρικότητα (*footedness*) και η πλευρικότητα στρέψεως (*drehseitigkeit*) (Oberbeck, 1992). Η πλευρικότητα στρέψεως ερευνήθηκε και αξιολογήθηκε λιγότερο από τις άλλες μορφές της κινητικής πλευρικότητας, αν και η σημασία της για τον αθλητισμό θεωρείται ιδιαίτερα σημαντική. Εμφανίζεται κυρίως σε τοξοειδείς ή περιστροφικές κινήσεις σε περιορισμένο χώρο, ενώ περίπου 70% όλων των ατόμων που ερευνήθηκαν προτιμούν τη στροφή προς τα αριστερά, γύρω από τον κατακόρυφο άξονά τους (Oberbeck, 1989).

Το φαινόμενο της πλευρικότητας στρέψεως παρατηρήθηκε και μελετήθηκε από τον Weineck (1992) στο ποδόσφαιρο. Συγκεκριμένα, κατά την εκτέλεση γρήγορων σπριντ με σκοπό την αλλαγή κατεύθυνσης κίνησης με γωνίες $>90^\circ$, αρκετοί παίκτες προτιμούσαν μια ορισμένη πλευρά γύρω από την οποία στρέφονταν συστηματικά. Αυτό είναι ένα μεγάλο πρόβλημα για τους παίκτες, κυρίως στη διάρκεια κατοχής της μπάλας, επειδή τους καθιστά προβλέψιμους για τους αντιπάλους τους. Όμως δεν κατορθώθηκε να μετρηθεί ποσοτικά η πλευρικότητα στρέψεως με κατάλληλες δοκιμασίες, ώστε να εφαρμοσθούν αντίστοιχα προπονητικά μέτρα για να βελτιωθεί η επίδοση της πλευράς που υστερεί.

Παρά το γεγονός ότι, μια πιθανή συμμετρία στη χρήση των άκρων κρίνεται ως επιθυμητή από κάποιους ερευνητές, διότι απλουστεύει τον κινητικό έλεγχο των ατόμων, στους περισσότερους ανθρώπους, αθλητές και μη, παρουσιάζονται πλευρικές προτιμήσεις, οι οποίες οδηγούν τα σωματικά μέλη σε ασύμμετρη λειτουργία, ακόμα και σε συμμετρικές κινήσεις, όπως η βάρδια (Winter, 1990). Αυτές οι ασυμμετρίες υπεισέρχονται σε ένα κύκλο αλληλοενίσχυσης (Σχήμα 1), όπου οι πρωτογενείς και ανατομικές ασυμμετρίες προκαλούν αρχικά κινηματικές ασυμμετρίες που με την σειρά τους οδηγούν σε δευτερογενείς ανατομικές και λειτουργικές ασυμμετρίες (Vagenas, 1994).



Σχήμα 3.1. Κύκλος αλληλοενίσχυσης ασυμμετριών
Βαγενάς, 1994

Σε δραστηριότητες υψηλών απαιτήσεων, όπως στον αθλητισμό, οι λειτουργικές πλευριώσεις σε συνδυασμό με την ανομοιόμορφη κατανομή των φορτίσεων της καθημερινής προπονητικής επιβάρυνσης των αθλητών, δημιουργούν σημαντικές λειτουργικές προσαρμογές στις μυοσκελετικές δομές αυξάνοντας τον κίνδυνο τραυματισμού (Σχήμα 2) (Φουσέκης και συν., 2009). Για παράδειγμα, οι Rahnama et al. (2005) αξιολογώντας ισοκινητικά επαγγελματίες ποδοσφαιριστές βρήκαν δυνατότερους τους οπίσθιους μηριαίους του μη προτιμώμενου ποδιού, γεγονός που αποδόθηκε στη διαφοροποιημένη χρήση των κάτω άκρων κατά την εκτέλεση του λακτίσματος της μπάλας. Οι ίδιοι ερευνητές κατέστησαν σαφές ότι οι μυοδυναμικές ασυμμετρίες αποτελούν ισχυρό παράγοντα αυξημένου κινδύνου για την εμφάνιση τραυματισμών και ότι η κατανόηση τους είναι χρήσιμη τόσο για την πρόληψη τραυματισμών, όσο και για την αποκατάσταση μυοσκελετικών κακώσεων.

Τα παραπάνω ευρήματα ενισχύονται από αρκετές μελέτες με παρόμοια αποτελέσματα, όπου οι μυοδυναμικές ασυμμετρίες ανάμεσα στα δύο άκρα, αλλά και οι μυϊκές ανισοροπίες μεταξύ ανταγωνιστικών μυϊκών ομάδων αποτελούν βασικά συστατικά ενός θεωρητικού μοντέλου πρόκλησης τραυματισμών (Marshall & Tischler, 1978, Grace et al., 1984, Poulmedis, 1988, Ellenbecker & Roetert, 1995, Tsepis et al., 2004, 2006). Προς την ίδια κατεύθυνση κινούνται και τα αποτελέσματα

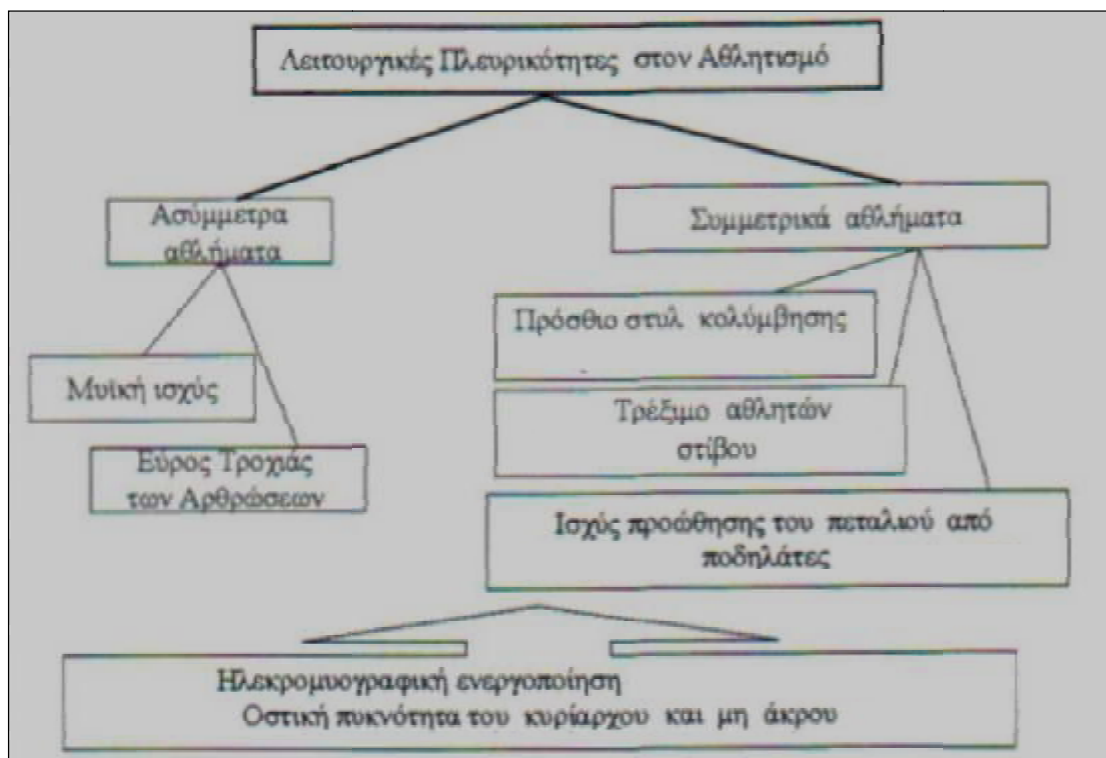
ερευνών που προτείνουν τη συμμετρική ανάπτυξη της δύναμης, επομένως τη μείωση μυικών ασυμμετριών, με μεταγενέστερα οφέλη την πρόληψη πρόκλησης τραυματισμών (Ellenbecker & Roetert, 1995, Croisier et al., 2008).



Σχήμα 3.2. Σχέση λειτουργικών πλευριώσεων και τραυματισμών στον αθλητισμό
Φουσέκης και συν., 2006

Οι τάσεις πλευρίωσης είναι πιο έντονες σε αθλήματα μονόπλευρης κινητικής επιβάρυνσης, αλλά ακόμα και σε συμμετρικά αθλήματα ο λειτουργικός ρόλος της χρήσης των άκρων συνδέεται με σημαντικές ασυμμετρίες (Vagenas & Hoshizaki, 1991, 1992). Σύμφωνα με τον Eastwood (1972), τα αθλήματα ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες: σε συμμετρικά και σε μη συμμετρικά ή ασύμμετρα ανάλογα με τις απαιτήσεις του κάθε αθλήματος και τα αμφιδέξια ή πλευριώμενα χαρακτηριστικά του. Αυτή η θέση ισχυροποιεί την άποψη ότι η πλευρικότητα έχει αφ' ενός άμεση σχέση με τον αθλητισμό, αφ' ετέρου με τη φύση του αθλήματος. Ωστόσο, οι πλευριώσεις παρόλο που δεν έχουν επεξηγηθεί επαρκώς μέχρι σήμερα, φαίνεται ότι υπάρχουν ακόμα και σε συμμετρικά αθλήματα (Σχήμα 3). Τέτοια παραδείγματα αποτελούν η ανομοιόμορφη κίνηση των ποδιών στο τρέξιμο αθλητών στίβου μεγάλων αποστάσεων (Vagenas & Hoshizaki, 1991, 1992) και στο πρόσθιο στυλ κολύμβησης (Bober & Czabanski, 1975), οι διαφοροποιήσεις στις δυνάμεις εδαφικής αντίδρασης

των δρομέων (Cavanagh & Mather, 1989) καθώς και η ανισότητα στην ισχύ προώθησης του πεταλιού σε ποδηλάτες (Smak et al, 1999). Ειδικότερα, οι Vagenas και Hoshizaki (1991) κατέγραψαν σημαντικές ασυμμετρίες στους εκτείνοντες (7,4%) και καμπτήρες (8,6%) του γόνατος σε δρομείς αντοχής, όταν η σύγκριση αφορούσε κυρίαρχο άκρο και μη.



Σχήμα 3.3. Λειτουργικές πλευρικότητες στον αθλητισμό
Φουσέκης και συν., 2009

Επίσης, πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι η μικτή πλευρικότητα, η ισοδύναμη δηλαδή χρήση και των δύο πλευρών, είναι σημαντική (Unitas & Dintiman, 1979) και ίσως απαραίτητη προϋπόθεση σε ορισμένα αθλήματα για την επιτυχή συμμετοχή των αθλητών, ιδιαίτερα σε αγώνες υψηλού επιπέδου (Bale & Scholes, 1986, Grouios et al., 2002). Τις αρνητικές επιπτώσεις της πλευρικότητας στην επίδοση επεσήμανε και ο Oberbeck (1989), ο οποίος με τη σειρά του υποστηρίζει πως «*ήδη από τη βασική εκπαίδευση στον αθλητισμό ο βαθμός διάκρισης της πλευρικότητας και, κατά συνέπεια, η διαφορά στην επίδοση των δύο πλευρών πρέπει να κρατηθεί κατά το δυνατό, σε χαμηλό επίπεδο*» και συμπληρώνει πως «*επιτυχημένος αθλητής είναι αυτός ο οποίος μπορεί να εφαρμόσει με ιδανικό τρόπο*

αμφίπλευρα το κινητικό του πρόγραμμα». Επιστημονικά δεδομένα και παρατηρήσεις προπονητών και αθλητών αναφέρουν ότι η αμφιπλευρικότητα στον αθλητισμό είναι αποτέλεσμα εκμάθησης και εξάσκησης (Hughes, 1990, Brown, 1997, Mikheev et al., 2002), ειδικότερα του μη προτιμώμενου άκρου (Haaland & Hoff, 2003, Teixeira et al., 2003, Sachlikidis & Salter, 2007). Παρόλα αυτά, οι αθλητές οι οποίοι διακρίνονται για την αμφιδέξια επίδοση των άκρων τους δεν παύουν να έχουν εκούσια προτίμηση στο κυρίαρχο άκρο τους, γεγονός που φανερώνει ότι η προτίμηση καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από ισχυρούς βιολογικούς παράγοντες (Carey et al., 2001). Παράλληλα πιστεύεται ότι νέες τεχνικές προπόνησης πρέπει να αναδυθούν (Chandler, 2000) για την εξίσου καλή επίδοση των δύο πλευρών (Teixeira et al., 2003).

Αρκετές είναι οι μελέτες στον τομέα του αθλητισμού που αξιολόγησαν τις επιδράσεις των πλευριώσεων στο εύρος τροχιάς των αρθρώσεων (Wright et al., 2006), στην οστική πυκνότητα του κυρίαρχου και μη άκρου (Calbet et al., 2001, Kontulainen et al., 2002), στην ηλεκτρομυογραφική ενεργοποίηση (Parkin et al., 2001) και στη μυϊκή ισχύ (Tsepis et al., 2006, Fousekis et al., 2009).

Οι Wright et al. (2006) μελέτησαν αθλητές του μπίτζμπολ και κατέγραψαν σημαντικές διαφορές στο εύρος τροχιάς των αγκώνων, μεταξύ κυρίαρχης και μη κυρίαρχης πλευράς. Το εύρος της κάμψης και έκτασης ήταν σημαντικά μικρότερο (κάμψη κατά 5,5°/έκταση κατά 7,9°) στο κυρίαρχο άκρο, ενώ δεν αναδείχθηκαν διαφορές στον πρηνισμό-υπτιασμό. Οι ακοντιστές επίσης εμφάνισαν ασυμμετρίες στο εύρος τροχιάς της στροφής του ώμου, με τη κυρίαρχη πλευρά να παρουσιάζεται ισχυρότερη και με μεγαλύτερο εύρος τροχιάς στην έξω στροφή (Herrington, 1998), ενώ το ίδιο έχει παρατηρηθεί στη μυϊκή ισχύ του κυρίαρχου χεριού σε αθλητές του Kendo (Kimura, 1980).

Η ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα και ενεργοποίηση των μυών έχει επίσης συνδεθεί με τις πλευριώσεις. Οι Parkin et al. (2001) μελέτησαν κωπηλάτες και κατέγραψαν υψηλότερη ηλεκτρομυογραφική δραστηριοποίηση στους καμπτήρες και εκτεινόντες του κορμού σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου και επιπλέον, παρατηρήθηκαν σημαντικές ασυμμετρίες στη μυϊκή ενεργοποίηση των εκτεινόντων μυών του κορμού, στην κυρίαρχη πλευρά.

Σημαντικές προσαρμογές φαίνεται ότι παρουσιάζονται και στην οστική μάζα καθώς είναι πλέον κοινά αποδεκτό ότι η φυσική άσκηση είναι ένας σημαντικός παράγοντας για τη βελτίωση και διατήρηση της οστικής πυκνότητας, λόγω της

υψηλότερης πιεζοηλεκτρικής φόρτισης των οστών. Έρευνες έχουν αναφέρει υψηλότερο ποσοστό οστικής πυκνότητας στο κυρίαρχο άνω άκρο σε αθλητές πετοσφαίρισης (Alfredson et al., 1998, Calbet et al, 1999) και αντισφαίρισης (Krahl et al, 1994, Kontulainen et al., 2002). Οι McClanahan et al. (2002) και οι Nazarian et al. (2010) κατέγραψαν σημαντική υπεροχή του μη κυρίαρχου κάτω άκρου στην οστική πυκνότητα σε ποδοσφαιριστές, ενώ στην κολύμβηση έρευνες δείχνουν ότι δεν υπάρχει βελτίωση της οστικής πυκνότητας (Falk et al., 2004) πιθανότατα λόγω μειωμένης μηχανικής επιβάρυνσης στο υγρό περιβάλλον.

Μια ενδιαφέρουσα παράμετρος που τίθεται προς διερεύνηση είναι το πιθανό πλεονέκτημα στον αθλητισμό των ατόμων με αριστερή κυριαρχία. Στον αθλητισμό παρουσιάζεται μεγαλύτερο ποσοστό αριστερόχειρων από το γενικό πληθυσμό (Annett, 1985; Bisiacchi, 1985; Raymond et al., 1996). Οι Raymond et al. (1996) διαπίστωσαν ότι οι αριστερόχειρες συναντώνται συχνότερα σε αθλήματα επαφής και αντιπαράθεσης (π.χ. αντισφαίριση, καλαθοσφαίριση). Ο Bisiacchi (1985) βρήκε συντομότερο χρόνο αντίδρασης στους αριστερόχειρες στο άθλημα της ξιφασκίας και ισχυρίστηκε πως η αριστερή κυριαρχία συσχετίζεται με καλύτερη προσοχή και αυτοσυγκέντρωση και επεξηγείται από την καλύτερη ανάπτυξη του δεξιού εγκεφαλικού ημισφαιρίου (Geschwind, 1984). Αρκετές μελέτες αξιολογώντας τις επιδόσεις αριστερόχειρων αθλητών της αντισφαίρισης (Annett, 1985, Wood & Aggleton, 1989, Holtzen, 2000) και αριστεροπόδαρων αυστραλών αθλητών ποδοσφαίρου (Cameron & Adams, 2003), ενίσχυσαν την παραπάνω θέση αλλά και τη γενικότερη διαπίστωση περί σύνδεσης των χαρακτηριστικών πλευρικότητας αθλητών με λειτουργικές και μυοδυναμικές πλευριώσεις κατά την άθληση.

4. Η ΠΛΕΥΡΙΚΗ ΚΥΡΙΑΡΧΙΑ ΣΤΗΝ ΑΝΤΙΣΦΑΙΡΙΣΗ

4.1. ΕΙΔΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΤΗΣ ΑΝΤΙΣΦΑΙΡΙΣΗΣ

Η αντισφαίριση είναι ένα συναρπαστικό άθλημα που παίζεται από εκατομμύρια ενθουσιώδεις παίκτες, όλων των ηλικιών, σε ολόκληρο τον κόσμο. Όταν η αντισφαίριση αποκτά αγωνιστικό προσανατολισμό, οι στόχοι και οι προσπάθειες των παικτών κατευθύνονται προς την ολόπλευρη βελτίωση της επίδοσής τους. Τότε η αντισφαίριση γίνεται ένα εξαιρετικά πολύπλοκο άθλημα, διότι οι παράγοντες που συντελούν στην επίτευξη υψηλών επιδόσεων στην αγωνιστική αντισφαίριση είναι πολύ περισσότεροι απ' ό,τι στην πλειοψηφία των άλλων αθλημάτων.

Τα τελευταία είκοσι χρόνια, η αντισφαίριση έχει εξελιχθεί σε ένα πολύ γρήγορο και επιθετικό άθλημα, το οποίο δεν αρκείται στο να απαιτεί από τους παίκτες του να χτυπούν μόνο τη μπάλα δυνατά, αλλά επίσης τους επιβάλλει και να αντιδρούν γρήγορα για να απαντούν στα κτυπήματα του αντιπάλου (Chandler, 2000).

Στην αγωνιστική αντισφαίριση η κάθε κίνηση ενός παίκτη, είτε αυτή γίνεται με στόχο τη μετακίνηση του στο γήπεδο, είτε για να επιτευχθεί μια μέγιστη ταχύτητα στο κάθε κτύπημα της μπάλας ή στο σέρβις ιδιαίτερα, απαιτεί τη συμμετοχή όλου του σώματος με τη μορφή της κινητικής αλυσίδας (Kibler, 1993). Η εκτέλεση των κτυπημάτων προϋποθέτει την ενεργοποίηση αρχικά των πελμάτων και των κάτω άκρων, έπειτα του κορμού και των άνω άκρων, και ακολούθως η ενέργεια αυτή μεταδίδεται στη ρακέτα και τελικά αποδίδεται στη μπάλα (Van de Meer & Kibler, 2000). Για να παραχθεί αρκετή μυϊκή δύναμη ώστε να είναι ένα κτύπημα αποτελεσματικό, είναι αναγκαίος ο σωστός συντονισμός και ο ιδανικός συγχρονισμός της κινητικής αλυσίδας του μυοσκελετικού συστήματος για την ακαριαία παραπέρα μετάδοση της συσσωρευμένης ελαστικής ενέργειας (Salonikidis et al., 2001).

Ο Kibler (2005) εξέτασε την ενεργοποίηση των μυών του σώματος κατά τη διάρκεια του σέρβις και παρατήρησε πως, ενώ οι περισσότεροι παίκτες χρησιμοποιούσαν πρωτίστως τα κάτω άκρα για την εκτέλεση του σέρβις υπήρχαν και μερικοί που ενεργοποιούσαν περισσότερο τον κορμό και λιγότερο τα πόδια. Οι παίκτες που ασκούσαν δύναμη κυρίως από τον κορμό είχαν μειωμένες επιδόσεις. Έρευνες υποστηρίζουν ότι στους παίκτες υψηλών επιδόσεων το 51% της ενέργειας

και το 54% της δύναμης προέρχεται από τα πόδια και τους μύες του κορμού και μόνο το 14% της ενέργειας και το 20% της δύναμης παράγεται από τους μύες της ωμικής ζώνης (Kibler, 1995). Όσον αφορά την ταχύτητα όμως, η άρθρωση του ώμου αναπτύσσει τη μεγαλύτερη ταχύτητα συγκριτικά με τον κορμό και τον αγκώνα (Kibler, 1993).

Οι Pugh et al. (2003) διερεύνησαν την ταχύτητα της μπάλας στο σέρβις σε σχέση με τη δύναμη του κυρίαρχου άνω άκρου (το χέρι που χειρίζεται τη ρακέτα), των κάτω άκρων και τη δύναμη σύλληψης. Δε βρέθηκε σημαντική συσχέτιση και εξηγούν υποστηρίζοντας πως η δύναμη δεν είναι ο μόνος παράγοντας που σχετίζεται με την ταχύτητα της μπάλας. Οι Cohen et al. (1994) μελέτησαν την ταχύτητα της μπάλας στην εκτέλεση του σέρβις και βρήκαν στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ της ταχύτητας του σέρβις και της ευκαμψίας, ιδιαίτερα της αυξημένης ικανότητας κάμψης του καρπού και της κάμψης και έσω στροφής του ώμου του κυρίαρχου άνω άκρου. Επίσης, από τις μετρήσεις της δύναμης βρέθηκε πως η ταχύτητα της μπάλας επηρεάζεται σημαντικά από την ικανότητα έκτασης στην άρθρωση του αγκώνα. Το 70% της δύναμης στην κίνηση του αγκώνα και την κάμψη του καρπού προκύπτει από τον κορμό (Hirashima et al., 2003).

Παράλληλα, ιδιαίτερα σημαντική για την αποτελεσματικότητα ενός κτυπήματος είναι και η σωστή και έγκαιρη τοποθέτηση του παίκτη στο γήπεδο. Στη σύγχρονη αντισφαίριση, για τη μεταφορά της ελαστικής ενέργειας στην μπάλα, απαιτείται μέγιστη ταχύτητα αντίδρασης, ένα εκρηκτικό πρώτο βήμα (Groppel, 1986) και ένα σύντομο χρονικό διάστημα «προ-ετοιμασίας». Η συστηματική όμως ανάλυση των αποστάσεων που διανύουν οι παίκτες έδειξε πως αυτό δεν είναι πάντα εφικτό. Ο Dangel (1994) σε μετρήσεις του για την ταχύτητα βρήκε πως η μεγαλύτερη απόσταση που διανύει ένας παίκτης στο γήπεδο αντισφαίρισης κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 10 και 12 μέτρων. Αφ' ενός, ο χρόνος επίδοσης δεν μπορεί να συμπιεστεί σημαντικά αρκετά προς τα κάτω για να συντομεύσει, αφ' ετέρου η δρομική απόσταση είναι πολύ μικρή για να επιτρέψει μεγάλες διακυμάνσεις στην επίδοση (Salonikidis et al., 2001). Η «προ-ετοιμασία» πριν το κάθε κτύπημα γίνεται κάτω από τόσο μεγάλη πίεση του χρόνου, ώστε πολλές φορές συμπίπτουν η δρομική κίνηση με την προσπάθεια του παίκτη για σταμάτημα ή και με το κτύπημα της μπάλας και έτσι γίνονται λάθη και συνήθως δε μπορεί να πετύχει τη μπάλα σωστά ή ακόμα και καθόλου (Ferrauti, 1993). Συγκεκριμένα, ένα στα τρία κτυπήματα σε κάθε rallye

(ανταλλάγες κτυπημάτων για τον ίδιο πόντο) γίνεται υπό μεγάλη πίεση χρόνου (Grosser et al., 2000).

Κατά τους Fust et al. (1997), ο συνολικός χρόνος για τις ειδικές δρομικές αποστάσεις στην αντισφαίριση εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την αρχική ταχύτητα εκκίνησης του παίκτη. Υπάρχουν όμως αρκετοί καλοί παίκτες, οι οποίοι στον αγώνα εξισορροπούν τα μειονεκτήματά τους στην ταχύτητα μετακίνησης, είτε εκμεταλλευόμενοι τα ιδιαίτερα σωματικά τους προσόντα (μεγάλο σωματικό ύψος, άρα μεγάλη ακτίνα δράσης), είτε εφαρμόζοντας δυνατότερα κτυπήματα, για να καθλώσουν τους αντιπάλους τους πίσω στη βασική γραμμή. Αντίθετα, οι Ferrauti et al. (1997) τονίζουν πως ακόμα και τα εξαιρετικά σωματικά προσόντα πολλές φορές δεν επαρκούν για να αντισταθμίσουν το χρόνο επίδοσης.

Στις μεταβαλλόμενες καταστάσεις ενός αγώνα οι παίκτες αντιδρούν κυρίως σε οπτικά ερεθίσματα. Έτσι, για τους Isnidarsi et al. (2000), η βελτίωση της ταχύτητας στην αντίδραση σε οπτικά ερεθίσματα είναι απαραίτητη για την επιτυχία ενός παίκτη στην αντισφαίριση. Ο Dangel (1994) επίσης, υποστηρίζει ότι οι παράγοντες που επηρεάζουν την επίδοση στην αντισφαίριση είναι, εκτός από τη μυϊκή συνέργεια και τη δύναμη, προπαντός η ικανότητα αντίδρασης και η ταχύτητα κίνησης. Επιπρόσθετα, σε έρευνα τους οι Roetert et al. (1992) διαπίστωσαν πως η ταχύτητα είχε τη μεγαλύτερη συσχέτιση με τις υψηλές επιδόσεις στην αντισφαίριση από όλους τους άλλους παράγοντες της φυσικής κατάστασης που επηρεάζουν την επίδοση στο άθλημα.

Ένας αγώνας αντισφαίρισης μπορεί να είναι σύντομος και να διαρκέσει περίπου μία ώρα, αλλά σε εξαιρετικές περιπτώσεις μπορεί άνετα να κρατήσει 5 ώρες ή και περισσότερο. Συνεπώς, στα πλαίσια του αγώνα, η αντισφαίριση απαιτεί από τους παίκτες της μεγάλα αποθέματα αντοχής, αλλά ταυτόχρονα και μέγιστη ταχύτητα αντίδρασης και μετατόπισης για μετάβαση του αθλητή στην ιδανική θέση στον αγωνιστικό χώρο, με άμεσο στόχο να χτυπήσει τη μπάλα, έχοντας φέρει το σώμα του σε όσο το δυνατόν καλύτερη θέση ισορροπίας.

Οι απαιτήσεις ενός αγώνα στη φυσική κατάσταση ενός παίκτη εξαρτώνται και επηρεάζονται και από μια πληθώρα εξωτερικών παραγόντων, όπως είναι, μεταξύ άλλων, το είδος επίστρωσης της επιφάνειας του γηπέδου, το περιβάλλον και οι καιρικές συνθήκες, το στυλ παιχνιδιού, ο τεχνικός εξοπλισμός των ίδιων των παικτών και των αντιπάλων τους κλπ (Schönborn, 1999).

Επιπλέον, η αντισφαίριση έχει χαρακτηριστεί αρκετά συχνά ως ένα άθλημα, στο οποίο οι παίκτες πρέπει να αντεπεξέρχονται διαρκώς σε μια συνεχόμενη σειρά καταστάσεων έκτακτης ανάγκης (Groppe, 1986). Η κατάσταση του παιχνιδιού σ' έναν αγώνα αντισφαίρισης αλλάζει διαρκώς και απαιτείται από τους παίκτες η ικανότητα να πραγματοποιούν κατ' επανάληψη σύνθετες κινήσεις εξαιρετικά βραχείας διάρκειας, αλλά με πολύ υψηλή ένταση, για τη συνεχώς επαναλαμβανόμενη εκτέλεση των κτυπημάτων. Επίσης, οι παίκτες της αντισφαίρισης πρέπει να είναι πλευρικοί και πολυκατευθυντικοί (Konacs, 2006). Στην αντισφαίριση συμπεριλαμβάνονται επαναλαμβανόμενες επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις, αλλαγές κατεύθυνσης, πλάγιοι βηματισμοί, εκρηκτικές εκκινήσεις, απότομα σταματήματα, πλάγια βήματα με μπρος ή πίσω χιασμό των ποδιών, γλίστρημα-σύρσιμο των ποδιών και μια σειρά από άλματα (Roetert et al., 1998). Σε αυτές τις κινήσεις συμμετέχουν ταυτόχρονα τα μυϊκά συστήματα του κορμού, των άνω άκρων και των κάτω άκρων (Roetert et al., 1998, Crespo et al., 2000). Ως εκ τούτου, η καλή φυσική κατάσταση, με όλα τα επιμέρους χαρακτηριστικά της και ειδικότερα τα ταχυδυναμικά στοιχεία της, παίζει πρωτεύοντα ρόλο στην επίτευξη υψηλών επιδόσεων (Bergeron, 1988, Chandler, 1998).

4.2. Η ΠΛΕΥΡΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΑΝΤΙΣΦΑΙΡΙΣΗ

Στην αντισφαίριση, εάν εξαιρεθούν οι περιπτώσεις όπου οι παίκτες με ειδική τεχνική εφαρμόζουν τη διπλή λαβή, δηλαδή κρατούν τη ρακέτα και με τα δυο τους χέρια ταυτόχρονα, στη συντριπτική τους πλειοψηφία τη χειρίζονται μόνο με το «καλό» τους χέρι για να κτυπήσουν τη μπάλα, ενώ το ελεύθερο χέρι συμβάλλει στη σωστή ισορροπία του σώματος. Η ύπαρξη κυρίαρχης πλευράς στα χέρια περιορίζει τη δυνατότητα χρησιμοποίησης και των δύο ποδιών με την ίδια συχνότητα στα καθήκοντα που έχουν στα διάφορα κτυπήματα (Salonikidis et al., 2001).

Οι Ellenbecker et al. (1995) υποστηρίζουν πως σε σχέση με την ανισοκατανομή της δύναμης στον κορμό και τα άνω άκρα, στους παίκτες αντισφαίρισης η συμμετρική ανάπτυξη της δύναμης των κάτω άκρων απαντάται συχνότερα. Αυτή τους εξασφαλίζει τη λήψη της σωστής τοποθέτησης του σώματος τους προς τη μπάλα, ώστε να καταφέρνουν αποτελεσματικά κτυπήματα. Επίσης,

δίνει στους παίκτες και την απαιτούμενη ταχύτητα για να κινηθούν και να αντιμετωπίσουν μπαλιές που έχουν κτυπηθεί αρκετά μακριά από αυτούς.

Σε μια άλλη έρευνα που πραγματοποίησαν οι Ellenbecker & Roetert (2004) εξετάσθηκε ισοκινητικά η πλευρικότητα στρέψεως. Συμμετείχαν 109 παίκτες της ελίτ, άνδρες και γυναίκες, ηλικίας 11 έως 54 ετών. Οι άντρες είχαν συμμετρική ανάπτυξη της δύναμης του κορμού στις κατευθύνσεις των κτυπημάτων *forehand* και *backhand* (δεξιά και αριστερά αντίστοιχα) ενώ οι γυναίκες παρουσίασαν μικρές αλλά σημαντικές διαφορές (4-8%). Προτείνουν λοιπόν, πως το πρόγραμμα σταθεροποίησης του κορμού πρέπει να επικεντρωθεί και στις δύο κατευθύνσεις έτσι ώστε να αυξηθεί η μυϊκή δύναμη και η ισορροπία.

Επιπρόσθετα, οι Bos et al. (1994) αποκάλυψαν διαφορές στην επίδοση των δύο πλευρών διεξάγοντας μια έρευνα μεταξύ είκοσι αθλητών αντισφαίρισης, που προέρχονταν από δύο ερασιτεχνικές κατηγορίες της Γερμανίας και αντιπροσώπευαν δύο διαφορετικά επίπεδα επίδοσης. Σε μια δρομική δοκιμασία πλάγιας μετακίνησης για την απόσταση των 9m, όπου κατέβαλαν δύο ξεχωριστές προσπάθειες, μια φορά προς τα δεξιά και μια φορά προς τα αριστερά, οι δοκιμαζόμενοι με την καλύτερη θέση στην κατάταξη είχαν διαφορά στην επίδοση των δύο πλευρών με την κυρίαρχη πλευρά να υπερτερεί και να είναι γρηγορότερη κατά 47msec, ενώ οι λιγότερο καλοί παίκτες είχαν μεγαλύτερη διαφορά της τάξεως των 65msec.

Ερευνητές απέδειξαν πως χρονικά διαστήματα διάρκειας μερικών μόνο msec είναι ικανά να διαφοροποιήσουν την ποιότητα των κτυπημάτων σε τέτοιο βαθμό ώστε να έχουν άμεσο αποτέλεσμα στην έκβαση των αποτελεσμάτων του αγώνα (Chow et al., 1999, Kleinoder et al., 2000). Αν λοιπόν η μια πλευρά του αθλητή υστερεί σε επιδόσεις ταχύτητας, είναι τότε κατανοητό το πόσο σημαντικό είναι αυτή η υστέρηση να εξαλειφθεί. Η μειωμένη επίδοση της μιας πλευράς των κάτω άκρων κατά την πλάγια μετακίνηση κατά κανόνα επηρεάζει αρνητικά την επίδοση των αντισφαιριστών, γι' αυτό και η αντιμετώπιση της πλευρικότητας σ' αυτόν τον τομέα κρίνεται από τους ειδικούς του αθλήματος σκόπιμη (Salonikidis et al., 2001).

Αρκετές έρευνες αξιολόγησαν την κατανομή της δύναμης μεταξύ των άνω άκρων, αλλά και μεταξύ ανταγωνιστικών μυϊκών ομάδων στους παίκτες αντισφαίρισης. Οι Ellenbecker, 1991, Chandler et al., 1992, Ellenbecker, 1992, Ellenbecker & Roetert, 2003, κατέγραψαν μυοδυναμική υπεροχή των έσω στροφών και των εκτεινόντων του κυρίαρχου ώμου, όπως επίσης και των εκτεινόντων του αγκώνα (Ellenbecker, 1991) του κυρίαρχου άνω άκρου, όμως δε διαπιστώθηκαν

σημαντικές διαφορές στους έξω στροφείς του ώμου μεταξύ των άκρων. Επίσης, οι Ellenbecker et al. (2006) εξέτασαν την κάμψη και έκταση του καρπού καθώς και τον υπτιασμό και πρηνισμό αντιβραχίου ανάμεσα στα άνω άκρα. Το δείγμα αποτέλεσαν 32 κορίτσια της ελίτ της αντισφαίρισης, ηλικίας 12 μέχρι 16 ετών. Η καταγραφή της μυϊκής δύναμης έγινε σε δύο γωνιακές ταχύτητες (90°/s, 210°/s) με ισοκινητικό δυναμόμετρο τύπου Cybex 6000. Στους καμπτήρες και εκτείνοντες του καρπού, αλλά και στους πρηνιστές μύες, διαπιστώθηκαν διαφορές υπέρ του κυρίαρχου άνω άκρου και στις δύο ταχύτητες, ενώ οι υπτιαστές επέδειξαν σημαντικά μειωμένη δύναμη στο κυρίαρχο άνω άκρο σε σχέση με το αντίπλευρο του. Στα ίδια αποτελέσματα κατέληξαν και οι Ellenbecker (1991), Ellenbecker & Mattalino (1997), οι οποίοι κατέγραψαν σημαντικές μυοδυναμικές προσαρμογές σε ενήλικες παίκτες υψηλών επιδόσεων της αντισφαίρισης.

Σε μια άλλη κρίσιμη παράμετρο της μυοδυναμικής λειτουργίας των αθλητών αντισφαίρισης, οι Chandler et al. (1990) παρατήρησαν μειωμένη ελαστικότητα στους έξω στροφείς, αλλά καλύτερο εύρος έξω στροφής στο κυρίαρχο άνω άκρο σε σχέση με το μη κυρίαρχο. Οι Chinn et al. (1974) επίσης, εντόπισαν σημαντικά μειωμένη ελαστικότητα στους έξω στροφείς, καθώς και στους υπτιαστές και πρηνιστές του κυρίαρχου άνω άκρου.

Οι Nirschl & Sobel (1981), ο Ellenbecker (1995) και οι Roetert & Ellenbecker (1998) μελέτησαν τη δύναμη σύλληψης με ειδικό δυναμόμετρο σε παίκτες υψηλών επιδόσεων της αντισφαίρισης και διαπίστωσαν πως το κυρίαρχο χέρι ήταν ισχυρότερο (10-15%). Επιπλέον, οι Zhanel και συν. (2000) σε έρευνά τους που διήρκεσε τρία χρόνια, μέτρησαν με ειδικό δυναμόμετρο σε νεαρές αθλήτριες αντισφαίρισης την αύξηση της δύναμης των άνω άκρων μεμονωμένα για την κάθε πλευρά και διαπίστωσαν τη συνεχή τάση για αύξηση της δύναμης του προτιμώμενου άνω άκρου σε αντίθεση με το μη κυρίαρχο.

Σκοπός της έρευνας των Girard & Millet (2009) ήταν η διερεύνηση της δύναμης μεταξύ κυρίαρχου και μη κυρίαρχου άκρου. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν άρρενες παίκτες υψηλών επιδόσεων της αντισφαίρισης, ηλικίας 12-15 ετών. Τα αποτελέσματα κατέδειξαν ασύμμετρη κατανομή δύναμης, τόσο στα άνω όσο και στα κάτω άκρα. Οι ερευνητές εισηγήθηκαν την εντατική παρακολούθησή των ασυμμετριών κατά την διάρκεια της εφηβείας και την τροποποίηση της προπόνησης για τη μείωσή τους και για την αποφυγή τραυματισμών.

Σχετικά με τις μυοδυναμικές ασυμμετρίες στα κάτω άκρα, ο Starosta (2002) υποστηρίζει ότι λειτουργούν για τους αθλητές ανασταλτικά στη διεξαγωγή κινήσεων στον αθλητισμό υψηλών επιδόσεων και σε πολλές περιπτώσεις τους αναγκάζει να εκτελούν επιπλέον διορθωτικές κινήσεις για την εξισορρόπηση του σώματός τους. Παράλληλα, οι Kibele et al. (1989) διαπίστωσαν πως οι μύες των μελών μιας πλευράς του σώματος ενεργοποιούνται εντονότερα κατά τη μονόπλευρη μέγιστη ισομετρική σύσπαση τους απ' ό,τι κατά τις προσπάθειες με ταυτόχρονη συμμετοχή της αριστερής και δεξιάς πλευράς. Επίσης, ο Sale (1992), εξετάζοντας τη διαφορά, μεταξύ της μέγιστης ισομετρικής δύναμης των κάτω άκρων όταν αυτά ενεργοποιούνται ταυτόχρονα και του αθροίσματος της μέγιστης ισομετρικής δύναμης που παράγεται όταν το αριστερό και δεξί σκέλος ενεργοποιούνται ξεχωριστά, την ορίζει ως «αμφίπλευρο έλλειμμα» («bilateral deficit»).

Κατανοώντας τη σημασία της πλευρικότητας των κάτω άκρων στην εφαρμογή δύναμης, οι Tomosue et al. (2000) ανέπτυξαν και κατασκεύασαν ένα μηχάνημα ενδυνάμωσης των προσαγωγών, ειδικά για παίκτες αντισφαίρισης. Η εφαρμογή του έγινε για να καθοριστεί η χρησιμότητα του στην ταυτόχρονη προπόνηση και των δύο κάτω άκρων. Πέντε δοκιμαζόμενοι προπονήθηκαν για πέντε εβδομάδες με συχνότητα τρεις φορές την εβδομάδα και τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική αμφίπλευρη βελτίωση και σύγκλιση των επιπέδων δύναμης των αντίστοιχων μυϊκών ομάδων των δύο πλευρών.

Η πλευρικότητα των κάτω άκρων, εκτός από την ταχύτητα και τη δύναμη, επηρεάζει και την αλτική τους ικανότητα. Στη διάρκεια ενός αγώνα αντισφαίρισης, αντίθετα από άλλα αθλήματα, δεν υπάρχουν καταστάσεις, εκτός από την εκτέλεση του σέρβις, στις οποίες οι κανονισμοί θέτουν περιορισμούς στον τρόπο διεξαγωγής των αλμάτων. Έτσι, οι αθλητές είναι ελεύθεροι να επιδιώξουν μεγάλες επιδόσεις στα κατακόρυφα άλματα, είτε και με τα δύο πόδια ταυτόχρονα, είτε μόνο με το ένα σκέλος. Βέβαια, σε ειδικές περιπτώσεις, η πλευρικότητα των άνω άκρων (χέρι που κρατάει τη ρακέτα) περιορίζει τη δυνατότητα επιλογής του κάτω άκρου με το οποίο τελικά θα εκτελεστεί ένα άλμα (Salonikidis et al., 2001). Θέτοντας ως στόχο την προπονητική αντιμετώπιση της πλευρικότητας στην επίδοση στα άλματα, οι πλειομετρικές ασκήσεις με τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους θεωρούνται οι πλέον κατάλληλες και ειδικές ασκήσεις για τη βελτίωση της αλτικής ικανότητας (Bosco et al., 1982, Adams et al, 1992).

Οι Kibele et al. (1989) κατανοώντας την επιρροή της πλευρικότητας, επεσήμαναν πως πρέπει, εκτός των άλλων, να ερευνηθεί αν για τη βελτίωση της αλτικότητας, στα πλαίσια της τυπικής προπόνησης δύναμης, είναι προτιμότερο να προπονούνται και τα δύο άκρα ταυτόχρονα ή μεμονωμένα. Λίγο αργότερα ο Sale (1992) προτείνει για τα αθλήματα, στα οποία η εκτέλεση των κατακόρυφων αλμάτων γίνεται συνήθως μόνο με το ένα σκέλος, όπως αυτό συχνά συμβαίνει στην αντισφαίριση, πρέπει η προπόνηση των πλειομετρικών ασκήσεων να γίνεται όντως με μεμονωμένη συμμετοχή των κάτω άκρων, ενώ σε αθλήματα όπου στη φάση απογείωσης μετέχουν και τα δύο πόδια, π.χ. στην πετοσφαίριση, η προπόνηση τους πρέπει να γίνεται ταυτόχρονα.

Για την αντιμετώπιση της πλευρικότητας είναι αναγκαία η συμπλήρωση της καθαρά «τενιστικής» προπόνησης, με παράλληλα ανεξάρτητα εξειδικευμένα προγράμματα βελτίωσης των αντίστοιχων παραμέτρων της φυσικής κατάστασης και ιδιαίτερα της πλευράς που μειονεκτεί (Salonikidis et al., 2001). Η επιπλέον προπόνηση με αλτικές ασκήσεις, αποδεικνύεται ως η πιο αποτελεσματική στην προσπάθεια αντιμετώπισης του αρνητικού φαινομένου της πλευρικότητας των κάτω άκρων στην αντισφαίριση (Isnidarsi et al., 2000).

4.3. ΠΛΕΥΡΙΩΣΕΙΣ ΚΑΚΩΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΑΝΤΙΣΦΑΙΡΙΣΗ

Η ασύμμετρη φύση του αθλήματος (Sutton, 2006) είναι ένας από τους κυριότερους παράγοντες που αυξάνουν δραματικά την πιθανότητα πρόκλησης τραυματισμών, ιδιαίτερα όταν οι παίκτες δε διαθέτουν τα επιθυμητά υψηλά επίπεδα σε όλες τις παραμέτρους της φυσικής κατάστασης. Επιπρόσθετα, η αντισφαίριση εξαρτάται απόλυτα από τις επαναλήψεις με αποτέλεσμα τα 2/3 των τραυματισμών να προέρχονται από υπέρχρηση, σε αντίθεση με τα περισσότερα αθλήματα όπου οι βασικοί παράγοντες τραυματισμού είναι η επαφή με τον αντίπαλο και ο αθλητικός εξοπλισμός (Sutton, 2006).

Η πλευρική φύση του αθλήματος σε συνδυασμό με τις βιολογικές τάσεις πλευρίωσης, δημιουργούν λειτουργικές προσαρμογές στη χρήση των άκρων και του κορμού, οι οποίες καθιερώνονται σταδιακά και μέσω νευρικών προσαρμογών οδηγούν σε μεταβολές της μυοδυναμικής λειτουργίας μεταξύ των δύο πλευρών αλλά και μεταξύ των ανταγωνιστικών μυικών ομάδων. Αυτές οι μυοδυναμικές ασυμμετρίες

και ανισορροπίες όταν δεν είναι οι ιδανικές για το άθλημα της αντισφαίρισης τότε μπορούν να αποτελέσουν μεγάλο ρίσκο μυοσκελετικού τραυματισμού (Riewald & Ellenbecker, 2005).

Δεδομένης της φύσης και των απαιτήσεων του αθλήματος, σ' έναν αγώνα αντισφαίρισης οι βασικές κινήσεις του αθλήματος, είτε αυτές είναι τα επαναλαμβανόμενα κτυπήματα είτε είναι οι δρομικές αποστάσεις χιλιομέτρων, γίνονται με συνεχείς επαναλήψεις. Περίπου το 75% των κτυπημάτων που εκτελεί ένας παίκτης υψηλών επιδόσεων είναι σέρβις και forehands (Ellenbecker et al., 2006). Κατά τη διάρκεια του σέρβις, η έσω περιστροφή του ώμου ανέρχεται στις 2500°/sec σε επαγγελματίες παίκτες (Sutton, 2006), ενώ απαιτούνται 8.7 αλλαγές κατεύθυνσης σε κάθε αγώνα, με την κάθε αλλαγή να δημιουργεί επιβάρυνση στα γόνατα 1.5-2.7 φορές το βάρος του σώματος (Kibler & Safran, 2000). Συνεπώς, απαιτείται ένα αρκετά καλό μυϊκό σύστημα από τους παίκτες της αντισφαίρισης για να μπορούν να αντεπεξέρχονται στις συνεχόμενες επιβαρύνσεις που δέχεται το σώμα τους. Αν ένα τμήμα της κινητικής αλυσίδας του σώματος υστερεί σε δύναμη ή ελαστικότητα, τότε η επιβάρυνση στις επιμέρους μυοσκελετικές δομές του αυξάνεται σημαντικά, φαινόμενο που θεωρείται ισχυρός παράγοντας αυξημένου κινδύνου για την εμφάνιση κακώσεων (Riewald & Ellenbecker, 2005). Γίνεται λοιπόν εύκολα κατανοητή η αναγκαιότητα πως πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα στην προπόνηση της φυσικής κατάστασης των παικτών της αντισφαίρισης, με έμφαση στη βελτίωση εκείνης της πλευράς που υστερεί.

Κατά τους Sanchis-Moysi et al. (2010) η ασυμμετρία του ορθού κοιλιακού μεταξύ των δύο πλευρών συνδέεται με μυϊκές θλάσεις και πόνο στην οσφύ. Οι ίδιοι ερευνητές εξέτασαν αυτή την ασυμμετρία σε οκτώ άντρες επαγγελματίες παίκτες αντισφαίρισης και σε έξι άντρες μη αθλητές χρησιμοποιώντας μαγνητική τομογραφία. Διαπιστώθηκε πως η πλευρά του μη κυρίαρχου άνω άκρου ήταν κατά πολύ πιο αδύνατη σε σχέση με την κυρίαρχη πλευρά, ενώ παρόμοιες διαφορές δε βρέθηκαν στην ομάδα ελέγχου. Το ποσοστό ασυμμετρίας μεταξύ των δύο πλευρών ήταν 35% για τους παίκτες αντισφαίρισης και 1% στην ομάδα ελέγχου.

Ο Roetert (2000) και οι Kibler et al. (1996), μέτρησαν σε επίλεκτους αθλητές υψηλών επιδόσεων του τένις της Αμερικανικής Ομοσπονδίας Αντισφαίρισης (USTA) το εύρος κίνησης στην άρθρωση του κυρίαρχου ώμου. Συγκεκριμένα, μέτρησαν τη συνολική στρέψη, την έσω στροφή, την έξω στροφή και τη σχέση των διαφορών της κυρίαρχης προς τη μη-κυρίαρχη πλευρά. Με την αύξηση τόσο της πραγματικής, όσο

και της αγωνιστικής ηλικίας, το εύρος της έσω στροφής του ώμου της κυρίαρχης πλευράς ελαττώθηκε, ενώ αυξήθηκε η διαφορά στις επιδόσεις της κυρίαρχης και μη-κυρίαρχης πλευράς. Η συμπεριφορά αυτή αφορούσε τους άνδρες και τις γυναίκες του δείγματος στον ίδιο βαθμό. Η σταδιακή ελάττωση του εύρους κίνησης της άρθρωσης του κυρίαρχου ώμου συνεπάγεται απώλειες στην κινητική ικανότητα της συγκεκριμένης περιοχής. Σε αντίστοιχα αποτελέσματα κατέληξαν, επίσης, και οι έρευνες του Ellenbecker (1992, 1991).

Σε μια μελέτη του ο Lehman (1988) παρατήρησε πως από τους 270 παίκτες αντισφαίρισης, ηλικίας 12 έως 19 ετών, το 24% παρουσίασαν πόνο στον κυρίαρχο ώμο, ενώ το ποσοστό αυτό αυξάνεται στο 50% στους μεσήλικες. Σε άλλη μελέτη, οι κακώσεις στον αγκώνα και στον καρπό του κυρίαρχου άνω άκρου κυμαίνονται από 19-25% σε νεαρούς παίκτες της ελίτ (Safran et al., 1999). Ως προς την επίδραση της πλευρίωσης στις κακώσεις των κάτω άκρων, δεν έχουν αναφερθεί στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις κακώσεις που εμφανίζονται στο πόδι προτίμησης και στο μη προτιμώμενο πόδι, αλλά ούτε και έχει αναφερθεί μεγάλο ποσοστό κακώσεων στα κάτω άκρα (Sutton, 2006), γεγονός το οποίο ενδεχομένως να οφείλεται στην απαιτούμενη συμμετρική ανάπτυξη δύναμης των ποδιών. Είναι φανερό πως σ' αυτόν τον τομέα υπάρχει ένα σημαντικό κενό γνώσεων που μπορεί και πρέπει να καλυφθεί με τη διεξαγωγή αντίστοιχων ερευνών.

5. Η ΠΛΕΥΡΙΚΗ ΚΥΡΙΑΡΧΙΑ ΣΤΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟ

5.1. ΠΡΟΤΙΜΗΣΗ ΚΑΤΩ ΑΚΡΟΥ ΣΤΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟ

Στα πλαίσια ενός αγώνα ποδοσφαίρου οι παίκτες υπόκεινται σε ασύμμετρες (π.χ. λάκτισμα της μπάλας), αλλά και σε συμμετρικές μηχανικές φορτίσεις (π.χ. τρέξιμο) (Corey et al. 2007). Το κινητικό πρότυπο του αθλήματος περιλαμβάνει διάφορα άλματα, γρήγορα σπριντ, αλλαγές κατεύθυνσης κίνησης, έλεγχος και λάκτισμα της μπάλας, πάσες, σουτ, εκρηκτικές εκκινήσεις, απότομα σταματήματα, τάκλιν κλπ. Ωστόσο, περισσότερη προσοχή έχει δοθεί στο λάκτισμα της μπάλας και στα επιμέρους χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης κινητικής εκτέλεσης, όπως είναι η ταχύτητα της μπάλας, η θέση της μπάλας, η φύση και η ακρίβεια του σουτ κ.α.

Έρευνες οι οποίες μελέτησαν την ταχύτητα της μπάλας και την απόσταση στο σουτ, διαπίστωσαν ότι η ταχύτητα του σκέλους που λακτίζει τη μπάλα (De Proft et al., 1988b, Anderson & Sidaway) δηλαδή του κυρίαρχου κάτω άκρου, καθώς και η μέγιστη δύναμη των εκτεινόντων του γόνατος (Cabri et al., 1988, Moghoni et al., 1994) παίζουν καθοριστικό ρόλο στην επίτευξη υψηλών επιδόσεων στο σουτ. Επίσης, από τα αποτελέσματα των ερευνών προκύπτει ότι για την αύξηση της ταχύτητας του προτιμώμενου ποδιού και κατ' επέκταση της μπάλας, κρίνεται αναγκαία η αυξημένη μυϊκή δύναμη του κυρίαρχου άκρου (Cabri et al., 1988, Poulmedis et al., 1988).

Οι Nunome et al. (2006) διερεύνησαν κινηματικά και κινητικά χαρακτηριστικά του λακτίσματος και στα δύο κάτω άκρα και βρήκαν την ταχύτητα της μπάλας $32 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ και $27 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ με ταχύτητα κάτω άκρων $22 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ και $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ για το κυρίαρχο και το μη κυρίαρχο πόδι αντίστοιχα. Οι ερευνητές υπέθεσαν πως η καλύτερη επίδοση του κυρίαρχου ποδιού οφείλεται στη μεγαλύτερη δύναμη που επιδεικνύει. Ως εκ τούτου, παρά την φαινομενική πολυπλευρικότητα των απαιτήσεων κατά τον αγώνα, αποδεικνύεται πως στο ποδόσφαιρο παρουσιάζεται μια έντονα μονόπλευρη δομή επίδοσης αλλά και επιβάρυνσης.

Πριν από λίγα χρόνια, ήταν αρκετό για έναν ποδοσφαιριστή να μπορεί να χειρίζεται πολύ καλά μόνο το ένα του πόδι χωρίς να υστερεί έναντι των αντιπάλων του. Σήμερα, ο ποδοσφαιριστής ο οποίος χρησιμοποιεί μόνο το ένα πόδι για κάθε τεχνικοτακτική του ενέργεια, έχει συγκριτικό μειονέκτημα έναντι των αντιπάλων του

αφού γίνεται εύκολα προβλέψιμος στις ενέργειες του και κατά συνέπεια αποδεικνύεται αναποτελεσματικός κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού. Οι ποδοσφαιριστές πρέπει να έχουν την ικανότητα να ελέγχουν και να προωθούν την μπάλα και με τα δυο πόδια, δεδομένης της φύσης και των απαιτήσεων του αθλήματος (Bangsbo, 1994).

Επιπροσθέτως, ο ποδοσφαιριστής πρέπει να αγωνίζεται το ίδιο καλά σε οποιαδήποτε θέση στον αγωνιστικό χώρο και ανεξαρτήτως της προτίμησης ποδιού που επιδεικνύει. Επιστημονικά δεδομένα και παρατηρήσεις προπονητών αναφέρουν ότι ποδοσφαιριστές οι οποίοι διακρίνονται για την αμφιδέξια χρήση των κάτω άκρων τους έχουν σημαντικό τακτικό και στρατηγικό πλεονέκτημα έναντι των αντιπάλων τους που επιδεικνύουν μονόπλευρη χρήση των ποδιών τους (Grouios, 2004).

Βάσει αυτών των δεδομένων, οι προπονητικές στρατηγικές στο ποδόσφαιρο έχουν συμπεριλάβει στους στόχους τους και την αξιοποίηση του μη-κυρίαρχου ποδιού και πολλοί προπονητές ποδοσφαίρου απαιτούν από τους αθλητές τους να συμμετέχουν σε ειδικές ασκήσεις εκπαίδευσης του μη κυρίαρχου ποδιού (Teixeira et al, 2003).

Μια προπονητικά προσανατολισμένη έρευνα (Teixeira et al., 2003) αξιολόγησε κάποιες δυναμικές παραμέτρους του αθλήματος σε 24 νεαρούς ηλικίας 12-14 ετών οι οποίοι είχαν προηγούμενη εμπειρία στο ποδόσφαιρο. Η έρευνα βασίστηκε σε τρεις δοκιμασίες επίδοσης: ταχύτητα στον έλεγχο της μπάλας, δύναμη προώθησης της μπάλας και λάκτισμα με ακρίβεια. Η πειραματική διαδικασία χωρίστηκε σε τρεις φάσεις: αρχική φάση, όπου έγιναν οι παραπάνω δοκιμασίες, προπόνηση και τελική φάση όπου επαναλήφθηκαν οι δοκιμασίες επίδοσης. Η περίοδος της προπόνησης διήρκησε 4 μήνες, όπου οι αθλητές έκαναν προπόνηση 5 φορές/εβδομάδα, 2 ώρες κάθε μέρα. Στην τελική φάση της προπόνησης οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, σε αυτούς που έκαναν προπόνηση δίνοντας βαρύτητα στο προτιμώμενο πόδι και σε αυτούς που έδωσαν έμφαση στο μη προτιμώμενο. Διαπιστώθηκε ότι μετά από προπόνηση 4 μηνών όλοι οι αθλητές βελτίωσαν τις επιδόσεις σε όλες τις δοκιμασίες σχετικά με τις επιδόσεις του αρχικού τεστ. Ειδικότερα, οι αθλητές που έκαναν προπόνηση δίνοντας έμφαση στο προτιμώμενο πόδι, ενώ βελτίωσαν τις επιδόσεις τους στις δοκιμασίες, δεν κατάφεραν να μειώσουν την πλευρική ασυμμετρία. Αντίθετα, οι αθλητές που έκαναν προπόνηση δίνοντας έμφαση στο μη προτιμώμενο πόδι, κατάφεραν να μειώσουν σε σημαντικό βαθμό το δείκτη της πλευρικής ασυμμετρίας αυξάνοντας πολύ τους

δείκτες απόδοσης στις δοκιμασίες επίδοσης και κυρίως στη δοκιμασία της ταχύτητας στον έλεγχο της μπάλας. Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα καταμαρτυρούν ότι η κινητική ασυμμετρία μπορεί να μειωθεί με την αύξηση της συχνότητας της προπόνησης στο μη προτιμώμενο πόδι.

Επίσης, οι Haaland και Hoff (2003) ερεύνησαν την επίδοση των κάτω άκρων μετά από περίοδο εξάσκησης στο μη προτιμώμενο πόδι. Συγκεκριμένα, διατύπωσαν δύο υποθέσεις. Σύμφωνα με την πρώτη υπόθεση, η αύξηση της συχνότητας της προπόνησης στο μη προτιμώμενο πόδι θα βελτιώσει τις ποδοσφαιρικές και ισορροπιστικές δεξιότητες στο μη προτιμώμενο πόδι. Σύμφωνα με την δεύτερη υπόθεση, η προπόνηση στο μη προτιμώμενο πόδι μπορεί να βελτιώσει γενικότερα και την εκτέλεση των τεχνικών δεξιοτήτων στο προτιμώμενο πόδι. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 39 ποδοσφαιριστές, ηλικίας 15-20 ετών, οι οποίοι χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες: στην πειραματική ομάδα (n=18) και την ομάδα ελέγχου (n=21). Οι ερευνητές εξέτασαν τεχνικά στοιχεία της απόδοσης που συνδέονται με τον έλεγχο της μπάλας ανάμεσα από κώνους και με την επίτευξη στόχων, καθώς και δύο δοκιμασίες foot tapping. Κατά τη διάρκεια των 8 εβδομάδων προπόνησης, η πειραματική ομάδα έκανε εξάσκηση στο μη προτιμώμενο πόδι με γενικές ασκήσεις τεχνικής. Τα αποτελέσματα κατέδειξαν ότι η πειραματική ομάδα βελτίωσε σημαντικά την επίδοση και στα δύο πόδια σε όλες τις δοκιμασίες, σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Η γενικότερη διαπίστωση ήταν ότι και οι δύο υποθέσεις επαληθεύτηκαν.

Οι Grouios et al. (2002) διερεύνησαν το ποσοστό μικτής ποδοπλευρικότητας σε ποδοσφαιριστές διαφορετικών αγωνιστικών κατηγοριών καθώς και σε φοιτητές οι οποίοι δεν είχαν καμία προηγούμενη αθλητική εμπειρία. Για τη διεξαγωγή της έρευνας χρησιμοποιήθηκε το αναθεωρημένο ερωτηματολόγιο Waterloo των Elias et al. (1998). Η σύγκριση ανάμεσα σε 368 επαγγελματίες ποδοσφαιριστές, 389 ημιεπαγγελματίες ποδοσφαιριστές, 357 ερασιτέχνες ποδοσφαιριστές και 395 μη αθλητές ανέδειξε υψηλό ποσοστό μικτής κυριαρχίας των κάτω άκρων υπέρ των επαγγελματιών και των ημιεπαγγελματιών.

Σκοπός της έρευνας των Carey et al. (2001) ήταν η διερεύνηση της ποδοπλευρικότητας σε 236 ποδοσφαιριστές υψηλού επιπέδου, οι οποίοι συμμετείχαν στο Παγκόσμιο Κύπελλο της Γαλλίας (1998). Οι ερευνητές ποσοτικοποίησαν τις πλευριώσεις των ποδοσφαιριστών αναλύοντας επιλεγμένους αγώνες μέσω βίντεο και καταγράφοντας τις στιγμές που έρχονταν οι ποδοσφαιριστές σε επαφή με τη μπάλα. Από τα ευρήματά τους προέκυψε ότι το 79% των

ποδοσφαιριστών παρουσίαζαν προτίμηση στο δεξί τους πόδι, όσο περίπου και το ποσοστό του γενικού πληθυσμού. Οι υπόλοιποι παίκτες ήταν κυρίως αριστεροπόδαροι, ενώ ελάχιστοι χρησιμοποιούσαν και τις δύο πλευρές με την ίδια συχνότητα. Επισημαίνουν, πάντως, πως όλοι οι παίκτες ήταν το ίδιο ικανοί με το μη κυρίαρχο άκρο τους, όσο και με το κυρίαρχο, στις λίγες περιπτώσεις που το χρησιμοποίησαν.

Στη μελέτη των McLean & Tumilty (1993) διερευνήθηκε η ασυμμετρία των κάτω άκρων σε σχέση με την ικανότητα επίδοσης στο χαμηλό μακρινό σουτ και στο συρτό σουτ. Οι δοκιμαζόμενοι ήταν 12 νεαροί αθλητές ποδοσφαίρου. Εξετάστηκαν η ταχύτητα κάτω άκρου στο λάκτισμα της μπάλας, η ακρίβεια του σουτ, καθώς και ο χρόνος από τη στήριξη του ενός ποδιού μέχρι την επαφή του άλλου με τη μπάλα. Επιπλέον, μετρήθηκε η ισχύς κατά την έκταση και κάμψη της άρθρωσης του γόνατος σε τρεις γωνιακές ταχύτητες ($60^\circ/s$ $180^\circ/s$ $240^\circ/s$) με ισοκινητικό δυναμόμετρο τύπου Cybex II. Βρέθηκε πως στο χαμηλό μακρινό σουτ είχε ισχυρότερη ενεργοποίηση το δεξί σκέλος. Επίσης, πέτυχε καλύτερες επιδόσεις στην ακρίβεια του σουτ και στην ταχύτητα λακτίσματος σε σύγκριση με το αριστερό σκέλος. Το κυρίαρχο δεξί πόδι ήταν ταχύτερο έναντι του μη κυρίαρχου, ενώ επίσης και η ευστοχία ήταν διπλάσια με το δεξί. Αντίθετα, δεν αποκαλύφθηκαν σημαντικές διαφορές στις επιδόσεις των δύο κάτω άκρων στο συρτό σουτ. Τέλος, συσχέτισαν την επίδοση των συγκεκριμένων παικτών στο σουτ με τις επιδόσεις τους στο Cybex και κατέληξαν στο συμπέρασμα πως το σκέλος με το οποίο πέτυχαν τις καλύτερες επιδόσεις στο Cybex, ήταν και το κυρίαρχο τους στο σουτ.

Οι Ostenberg et al. (1998) εξέτασαν τη σχέση της ισοκινητικής δύναμης των εκτεινόντων μυών του γόνατος της δυνατής και της αδύνατης πλευράς με την επίδοση σε πέντε λειτουργικές δοκιμασίες οι οποίες ήταν: «κουτσό» με το ένα πόδι, άλμα τριπλούν, κατακόρυφο άλμα, ανύψωση ενός ποδιού και «κουτσό» σε τετράγωνο. Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 101 υγιείς γυναίκες επαγγελματίες ποδοσφαιριστές από τις οποίες μόνο οι επτά παρουσίαζαν προτίμηση στο αριστερό πόδι. Από τα ευρήματα της έρευνας δεν αποκαλύφθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο πλευρών. Παράλληλα, συνέλεξαν δεδομένα για τον υπολογισμό ενός «δείκτη συμμετρίας», ο οποίος εξέφραζε τη σχέση μη κυρίαρχο προς κυρίαρχο κάτω άκρο και οι τιμές του κυμάνθηκαν από 83,9% μέχρι 96,3%.

5.2. ΜΥΟΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΕΣ ΣΕ ΠΑΙΚΤΕΣ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟΥ

Παρά τον όγκο της σχετικής με το ποδόσφαιρο βιβλιογραφίας, οι πλευρικότητες στο ποδόσφαιρο έχουν τύχει ελάχιστης σημασίας και μελέτης και οι έρευνες στις οποίες πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις σε ποδοσφαιριστές βασίστηκαν κυρίως στην ισοκινητική αξιολόγηση της μυοδυναμικής λειτουργίας των κάτω άκρων και ιδιαίτερα της άρθρωσης του γόνατος. Ορισμένοι ερευνητές κατέγραψαν μια σημαντική μυοδυναμική υπεροχή του κυρίαρχου άκρου σε σχέση με το μη κυρίαρχο (Chin et al., 1994, Ergun et al., 2004, Fousekis et al., 2008), άλλοι όχι (Rochongar et al., 1988, Capranica et al., 1992, Zakas, 2006), ενώ υπάρχουν και μελέτες που κατέγραψαν διαφοροποιήσεις ανάλογα με την άρθρωση που εξετάστηκε (Mongoni et al., 1994). Ως εκ τούτου, τα αποτελέσματα των ερευνών δεν αποδίδουν μια ξεκάθαρη εικόνα των επιδράσεων της πλευρικής κυριαρχίας.

Επιπλέον, αντικρουόμενες απόψεις υπάρχουν και ως προς την εγκυρότητα της ισοκινητικής δυναμομέτρησης, αφού έχει αναφερθεί από κάποιους ερευνητές (Cometti et al., 2001) ότι πιθανότατα να μην παρέχει αξιόπιστες πληροφορίες για τις λειτουργικές ικανότητες των κάτω άκρων κατά τη διάρκεια των διαφόρων κινητικών δεξιοτήτων του παιχνιδιού. Οι Wisloff et al. (1998) πρότειναν ότι οι δοκιμασίες που περιλαμβάνουν ελεύθερα βάρη ενδεχομένως να αντιγράφουν με περισσότερη ακρίβεια τη λειτουργική δύναμη των παικτών. Παρόλα αυτά, η ισοκινητική αξιολόγηση έγκειται στον καθορισμό κρίσιμων παραμέτρων της μυοδυναμικής λειτουργίας των αθλητών, όπως είναι η έκκεντρη δύναμη, οι μυϊκές ασυμμετρίες και ανισοροπίες και ο υπολογισμός της μηχανικής ροπής σε διάφορες γωνιακές ταχύτητες.

Οι Costain και Williams (1984) σύγκριναν τη δύναμη των κάτω άκρων σε 16 νεαρές αθλήτριες που αγωνίζονταν στην ποδοσφαιρική ομάδα του σχολείου τους. Η καταγραφή της μυϊκής δύναμης έγινε με τη χρήση του ισοκινητικού δυναμόμετρου τύπου Cybex II. Η μέτρηση έγινε σε δύο γωνιακές ταχύτητες 30°/s, 180°/s και η διερεύνηση των διαφορών στη δύναμη ανάμεσα στα κάτω άκρα διενεργήθηκε με τη σύγκριση μεταξύ των μέσων όρων των προσπαθειών στις 30°/s και στις 180°/s. Τα ευρήματα δεν κατέδειξαν σημαντικές διαφορές στη δύναμη μεταξύ των δύο κάτω άκρων ούτε για τους καμπτήρες, ούτε και για τους εκτείνοντες. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι αθλήματα που απαιτούν την ισομερή χρησιμοποίηση

των κάτω άκρων μειώνουν σταδιακά τις όποιες μυϊκές διαφορές ανάμεσα στα δύο πόδια.

Οι Carpanica et al. (1992) διερεύνησαν τις μεταβολές που επιφέρει η προπόνηση ποδοσφαίρου σε ότι αφορά τη δύναμη και την ταχυδύναμη στους εκτείνοντες μύες των κάτω άκρων και την πιθανή επίδραση αυτών στην ανάπτυξη μυοδυναμικών ασυμμετριών. Το δείγμα αποτέλεσαν 20 αγόρια προεφηβικής ηλικίας, 10 παίκτες ποδοσφαίρου και 10 μη αθλητές. Η μέτρηση της δύναμης και της ταχυδύναμης πραγματοποιήθηκε ισοκινητικά με τη χρήση εργομετρικού ποδηλάτου. Διαπιστώθηκε σημαντική αύξηση των δύο εν λόγω μυοδυναμικών παραμέτρων και στα δύο πόδια στους παίκτες ποδοσφαίρου, ενώ δεν παρατηρήθηκε καμιά μεταβολή στους μη αθλητές. Οι συγκεκριμένοι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η προπόνηση ποδοσφαίρου που εμπειριέχει ασκήσεις και για τα δύο πόδια, βελτιώνει την απόδοση των παικτών χωρίς να δημιουργεί μυϊκές ασυμμετρίες.

Οι Chin et al. (1994) μελέτησαν μεταξύ άλλων μεταβλητών και τη μυϊκή δύναμη των καμπτήρων και των εκτεινόντων μεταξύ προτιμώμενου και μη προτιμώμενου σκέλους. Το δείγμα αποτέλεσαν 21 Ασιάτες ποδοσφαιριστές υψηλού επιπέδου ηλικίας 17,3 έτη (τ.α.=±1,1). Τα αποτελέσματα μαρτυρούν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους καμπτήρες υπέρ του κυρίαρχου. Συμπερασματικά, οι ίδιοι ερευνητές αποδίδουν τις διαφορές στον καταρτισμό του προπονητικού προγράμματος, αλλά και στην αυξημένη συχνότητα των προπονήσεων για τη συγκεκριμένη ηλικία. Ως εκ τούτου, πρότειναν την εφαρμογή ορθότερου προπονητικού πρωτοκόλλου με κύριο στόχο τη μείωση της μυϊκής ασυμμετρίας και την αύξηση της επίδοσης του μη κυρίαρχου.

Οι Kellis et al. (2001) μελέτησαν τις διαφορές στη δύναμη μεταξύ των κάτω άκρων σε σχέση με τη χρονική ηλικία. Το δείγμα αποτέλεσαν 158 νεαροί ποδοσφαιριστές ηλικίας 13,2 ετών (τ.α.= ±2,1). Η μυϊκή δύναμη εξετάστηκε ισοκινητικά κατά την έκταση και κάμψη της άρθρωσης του γόνατος σε διάφορες γωνιακές ταχύτητες (30°/s, 90°/s, 120°/s, 180°/s). Από τα αποτελέσματα προέκυψε μια ισχυρή συσχέτιση της μυϊκής δύναμης με την ηλικία, αλλά και σημαντική διαφοροποίηση της δύναμης από πλευρά σε πλευρά με το κυρίαρχο πόδι να επιδεικνύει τη μεγαλύτερη δύναμη.

Οι Ronchongar et al. (1988) αξιολόγησαν 189 νεαρούς Γάλλους ποδοσφαιριστές τεσσάρων ηλικιακών ομάδων (24±4, 17±0.5, 15±0.9, 38±0.4) και δεν παρατήρησαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο άκρων, ευρήματα τα οποία

ενίσχυσε μια πρόσφατη μελέτη (Zakas, 2006) σε 42 επαγγελματίες ποδοσφαιριστές (15 παίκτες με δεξιά κυριαρχία, 13 με αριστερή και 14 με μικτή πλευρική κυριαρχία), η οποία επίσης δεν ανέφερε σημαντικές διαφορές, ενώ οι Rahnama et al. (2005) κατέγραψαν ισχυρότερους οπίσθιους μηριαίους στο μη κυρίαρχο άκρο σε γωνιακές ταχύτητες 60°/s, 90°/s και 300°/s.

Σε μελέτη με εντελώς αντίθετα αποτελέσματα ως προς την κατεύθυνση της ασυμμετρίας, οι Mongoni et al. (1994) εξέτασαν στις 60°/s, 180°/s, 240°/s και 300°/s τους καμπτήρες ισχίου και τους εκτεινόντες γόνατος σε νεαρούς ποδοσφαιριστές. Αναφορικά με την άρθρωση του γόνατος, αποκαλύφθηκαν σημαντικές διαφορές ισχύος υπέρ του μη κυρίαρχου άκρου στις 180°/s, 240°/s και 300°/s, ενώ για τους καμπτήρες του ισχίου διαπιστώθηκαν σημαντικές διαφορές υπέρ του κυρίαρχου στις 180°/s και στις 240°/s.

Οι Ergun et al. (2004) σε μια προσπάθεια σύνδεσης της ισοκινητικής ισχύος με την αστάθεια γόνατος σε ποδοσφαιριστές, κατέγραψαν την σύγκεντρη και έκκεντρη δύναμη των εκτεινόντων μυών του γόνατος καθώς και το βαθμό αστάθειας. Το κυρίαρχο άκρο επέδειξε σημαντικά υψηλότερη μέγιστη ισχύ και πηλίκο δύναμης τετρακέφαλου/οπίσθιων μηριαίων στις 180°/s σε σχέση με το μη κυρίαρχο άκρο, και αυτό συνδέθηκε με την καλύτερη σταθερότητα της άρθρωσης στο κυρίαρχο άκρο.

Ακόμη, δυο μελέτες που πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Εμβιομηχανικής του ΤΕΙ Πάτρας σε ένα μεγάλο δείγμα ποδοσφαιριστών με μεγάλη προπονητική ηλικία κατέγραψαν σημαντικές μυοδυναμικές προσαρμογές του κυρίαρχου άκρου που στη συντριπτική του πλειοψηφία ήταν το δεξί (Fousekis et al, 2008, Fousekis et al, 2009).

5.3. ΠΛΕΥΡΙΚΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ ΣΤΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟ

Οι κακώσεις των κάτω άκρων στο ποδόσφαιρο ανέρχονται σε ποσοστό 88% (Ekstrand & Gillquist, 1983). Τα ευρήματα των μελετών αποδίδουν αυτή την αυξημένη συχνότητα εμφάνισης κακώσεων στα κάτω άκρα σε διάφορους ενδογενείς (μυϊκές ασυμμετρίες, μυϊκές ανισορροπίες, σταθερότητα της άρθρωσης κλπ) ή/και εξωγενείς παράγοντες (π.χ. επαφή με αντίπαλο, επίπεδο άθλησης, αγωνιστική θέση του παίκτη).

Αρκετές έρευνες που πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 80, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η συχνότερη κάκωση που παρατηρείται στα κάτω άκρα είναι το διάστρεμμα και ακολουθεί η συνδεσμική κάκωση της άρθρωσης του γόνατος και η θλάση στους οπίσθιους μηριαίους (Ekstrand & Gillquist, 1983, Lewin, 1989, Ekstrand & Topp, 1990). Πιο πρόσφατες έρευνες, δείχνουν ότι το ποσοστό της θλάσης στους οπίσθιους μηριαίους αυξήθηκε και είναι μεγαλύτερο από το ποσοστό των διαστρεμμάτων αποτελώντας το 12-16% του συνόλου των κακώσεων (McGregor & Rae, 1995, Arnason et al., 1996, 2004b, Hawkins & Fuller, 1999, Hawkins et al., 2001, Woods et al., 2004). Αυτό πιθανότατα να προκύπτει από τις αυξημένες απαιτήσεις του σύγχρονου ποδοσφαίρου, όπου επιβάλλεται μεγαλύτερη ταχύτητα και περισσότερη ένταση συγκριτικά με τα προηγούμενα χρόνια (Tumilty, 1993).

Αναφορικά με τη σχέση της ποδοπλευρικότητας με μυοσκελετικούς τραυματισμούς στο ποδόσφαιρο, τα αποτελέσματα των ερευνών είναι αντικρουόμενα. Αν και μερικές έρευνες κατέγραψαν μια σημαντική συσχέτιση της προτίμησης ποδιού με τις πλευριώσεις κακώσεων (Faude et al., 2006, Orchard et al., 1998), άλλες δεν το έκαναν (Surve et al., 1994, Woods et al., 2002).

Παράλληλα, σε αρκετούς ποδοσφαιριστές, όπως διαφάνηκε στις προαναφερθείσες έρευνες (υποενότητες 5.1, 5.2), δεν αποκαλύφθηκαν ασυμμετρίες ως προς την επίδοση ή την μυοδυναμική λειτουργία μεταξύ κυρίαρχης και μη κυρίαρχης πλευράς, παρόλα αυτά όμως το πρόβλημα της πλευρικότητας δεν παύει να ταλανίζει και αυτούς, αφού όπως αποδεικνύεται από την έρευνα των Carey et al. (2001), ισχυροί βιολογικοί παράγοντες είναι αυτοί που καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό την προτίμηση ποδιού. Μια άλλη πιθανή εξήγηση για την ασύμμετρη δομή επιβάρυνσης που τείνουν να έχουν οι παίκτες ποδοσφαίρου, είναι ότι επειδή εμπιστεύονται περισσότερο το κυρίαρχο άκρο τους, το φορτίζουν με μεγαλύτερη συχνότητα και ένταση, κυρίως σε δραστηριότητες υψηλών απαιτήσεων, θέτοντας το σε υψηλότερο κίνδυνο τραυματισμού (Clanton, 1997).

Οι Ekstrand και Gillquist (1983) διαπίστωσαν ότι η συντριπτική πλειοψηφία των διαστρεμμάτων που καταγράφηκαν στην μελέτη τους συνέβησαν στο κυρίαρχο πόδι, κυρίως λόγω της άμεσης επαφής με τον αντίπαλο. Αντίθετα, οι Surve et al. (1994) μελετώντας την επίδραση ενός ειδικού ορθωτικού εξοπλισμού στο ποδόσφαιρο στην επιδημιολογία των διαστρεμμάτων δε βρήκαν σημαντικές διαφορές στην τραυματιολογία μεταξύ του κυρίαρχου και μη κυρίαρχου μέλους. Προς

αυτή την κατεύθυνση κινούνται και τα αποτελέσματα μιας περιγραφικής ανάλυσης των τραυματισμών που πραγματοποιήθηκε από την Ποδοσφαιρική Ομοσπονδία της Αγγλίας (Woods et al, 2002). Σ' αυτήν καταγράφηκαν οι τραυματισμοί των ποδοσφαιριστών 91 επαγγελματικών ομάδων για δυο συνεχόμενες περιόδους. Τα διαστρέμματα αποτελούσαν το 11 % των τραυματισμών και δεν παρατηρήθηκε σημαντική αλληλεπίδραση της ποδοπλευρικότητας με την πρόκληση διαστρέμματος.

Οι Dauty et al. (2003) μελετώντας 28 ποδοσφαιριστές υψηλού επιπέδου βρήκαν ότι το 80% των θλάσεων στους οπίσθιους μηριαίους συνέβησαν στο κυρίαρχο άκρο, ενώ οι Rolls και George (2004) δεν κατέγραψαν μεγαλύτερη επιδημιολογία θλάσης των οπίσθιων μηριαίων στο κυρίαρχο άκρο. Επιπρόσθετα, οι Orchard et al. (1998) διαπίστωσαν ότι η θλάση του τετρακέφαλου συναντάται συχνότερα στο πόδι που λακτίζει τη μπάλα, δηλαδή στο κυρίαρχο κάτω άκρο.

Τα ευρήματα που επιβεβαιώνουν τη θεωρία περί σύνδεσης της ποδοπλευρικότητας με την εμφάνιση κακώσεων στο ποδόσφαιρο ενισχύονται και από παρόμοιες μελέτες πρόβλεψης των τραυματισμών (Devan et al., 2004, Soderman et al., 2001) στις οποίες η μυική ανισοροπία μεταξύ εκτεινόντων και καμπτήρων του γόνατος και οι ασυμμετρίες (15%) στην εκτατική δύναμη του γόνατος μεταξύ αριστερού και δεξιού κάτω άκρου (Knapik et al., 1991) απεδείχθησαν στατιστικά σημαντικοί παράγοντες πρόκλησης τραυματισμού στην άρθρωση του γόνατος. Στην περίπτωση των επαγγελματιών ποδοσφαιριστών, οι εκτεταμένες εργαστηριακές μετρήσεις σε 100 επαγγελματίες ποδοσφαιριστές κατέδειξαν ότι οι παίκτες με ασυμμετρίες έκκεντρης ισοκινητικής δύναμης >15% και λειτουργικού μήκους κάτω άκρου μεγαλύτερου των 1,8 εκατοστών διέτρεχαν σημαντικά μεγαλύτερο κίνδυνο θλάσης μη-επαφής στους οπίσθιους μηριαίους, συγκριτικά με αυτούς που δεν είχαν ασυμμετρίες (Fousekis et al., 2011). Επίσης, μια άρτια οργανωμένη μελέτη σε μεγάλο δείγμα ποδοσφαιριστών (687 επαγγελματίες ποδοσφαιριστές), συμπέρανε ότι ποδοσφαιριστές με μυοδυναμικές ασυμμετρίες στους καμπτήρες γόνατος είχαν 4 με 5 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα να υποστούν θλάση οπίσθιων μηριαίων από τους ποδοσφαιριστές που είχαν συμμετρικό μυοδυναμικό προφίλ στα κάτω άκρα τους (Croisier et al., 2008).

Καταληκτικά, διαπιστώνεται πως δε γίνεται σαφής η επίδραση της πλευρίωσης στην εμφάνιση κακώσεων στο ποδόσφαιρο καθώς τα λιγοστά βιβλιογραφικά δεδομένα που υπάρχουν δίνουν συχνά αντικρουόμενα αποτελέσματα. Κατά συνέπεια είναι απαραίτητη η περαιτέρω διερεύνηση της πιθανής σχέσης

μεταξύ της πλευρικής κυριαρχίας και της πλευρίωσης των αθλητικών κακώσεων ειδικότερα, και του φαινομένου της πλευρικότητας γενικότερα.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία παρατέθηκαν διάφορες έρευνες και θεωρίες της επιστημονικής κοινότητας αναφορικά με την παρουσία της πλευρικότητας στο ανθρώπινο σώμα και ακολούθως με το μηχανισμό της κινητικής ασυμμετρίας στους ασχολούμενους με τον αθλητισμό. Αν και η έννοια της λειτουργικής ασυμμετρίας χρονολογείται από τα τέλη του 19^{ου} αιώνα, ωστόσο δεν έχει κατοχυρωθεί τίποτα μέχρι σήμερα. Έτσι, επικρατεί μια εμφανής ασάφεια και έλλειψη γνώσεων σχετικά με την πλευρική κυριαρχία με αποτέλεσμα να είναι πάντα αναγκαία μια περαιτέρω επιστημονική προσέγγιση.

Το φαινόμενο της πλευρικότητας, από την ανάλυση των βιβλιογραφικών και αρθρογραφικών πηγών, παρουσιάζεται σαν ένα σύνολο επιμέρους φαινομένων, το οποίο φαίνεται να συμβάλλει στη διαμόρφωση της έκφρασης των λειτουργικών πλευριώσεων, αλλά το κατά πόσο επηρεάζει τη θεμελιώδη διανομή τους βρίσκεται υπό διερεύνηση, με τα μέχρι τώρα αποτελέσματα να είναι αντικρουόμενα. Παράλληλα, όπως διαφαίνεται από αποτελέσματα ερευνών, το ανθρώπινο είδος χαρακτηρίζεται από μία εντελώς άνιση κατανομή υπέρ της δεξιάς προτίμησης.

Οι περισσότερες έρευνες που πραγματοποιήθηκαν στο χώρο του αθλητισμού κατέδειξαν πως υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση της κινητικής ασυμμετρίας στους αθλητές, ως προς την επίδοση και το βαθμό επιβάρυνσης, ενώ η εκούσια προτίμηση δείχνει να μην επηρεάζεται. Ανάλογα με τη φύση και τις απαιτήσεις του αθλήματος, η διαφοροποίηση μπορεί να αφορά μια σχετική συμμετρία ή τη διατήρηση της απαιτούμενης ασυμμετρίας για την επίτευξη καλύτερης απόδοσης. Η συντριπτική πλειοψηφία των ερευνητών κρίνει επιθυμητή την ανάπτυξη μιας πιθανής συμμετρίας σε κρίσιμες παραμέτρους της φυσικής κατάστασης, πιστεύοντας ότι η πλευρικότητα των άκρων είναι ανασταλτικός παράγοντας για τα ταχυδυναμικά στοιχεία και τη τεχνικοτακτική, ανεξαρτήτου αθλήματος. Από την άλλη πλευρά όμως, υπάρχουν και μερικοί ερευνητές που ορίζουν τη συμμετρία ως αμφίπλευρο έλλειμμα αφού από ορισμένες μελέτες προκύπτει πως η ανομοιόμορφη κατανομή των φορτίσεων προκαλεί ισχυρότερη ενεργοποίηση στο κυρίαρχο και μη κυρίαρχο άκρο.

Παρά τη διχογνωμία των ερευνητών ως προς την επίδοση, η επιστημονική κοινότητα είναι σε πλήρη συμφωνία όσον αφορά την υπόθεση περί σχέσης της λειτουργικής ασυμμετρίας με τις αθλητικές κακώσεις. Βάσει των δεδομένων όμως, τα

ευρήματα είναι λιγοστά και αντικρουόμενα. Παρόλα αυτά, τα αποτελέσματα που επιβεβαιώνουν τη σύνδεση της πλευρικής κυριαρχίας με τους τραυματισμούς, παρουσιάζουν και μια ισχυρή συσχέτισή τους.

Στην αντισφαίριση, παρόλο που είναι ένα ασύμμετρο άθλημα και απαιτείται από τους παίκτες του να είναι ιδιαίτερα πλευρικοί, παρατηρείται συχνά η συμμετρικότητα στην ανάπτυξη της δύναμης στα κάτω άκρα έτσι ώστε να μπορούν οι παίκτες να αντεπεξέρχονται στις συνεχείς επιβαρύνσεις και να παράγουν τη δύναμη που χρειάζονται για το κτύπημα της μπάλας. Καμία όμως έρευνα δεν κατέγραψε τα ίδια ευρήματα και για τα άνω άκρα, αφού λόγω της μονόπλευρα εκτεταμένης χρήσης του κυρίαρχου άνω άκρου αναφέρθηκε αρκετές φορές η αυξημένη μυϊκή δύναμη και η υπερτροφία αυτού έναντι του μη κυρίαρχου. Παρουσιάζεται επίσης κι ένα αυξημένο ποσοστό κακώσεων στο προτιμώμενο χέρι, γεγονός που επαληθεύει τη γενική θεωρία περί σχέσης μεταξύ της πλευρικότητας και πλευρίωσης τραυματισμών. Αντίθετα, οι τραυματισμοί με τη μικρότερη συχνότητα είναι αυτοί των κάτω άκρων, αν και θεωρείται παράδοξο λόγω των αυξημένων μηχανικών φορτίσεων που υπόκεινται οι παίκτες της αγωνιστικής αντισφαίρισης, γεγονός που φανερώνει την πολύ καλή μυϊκή δύναμη των κάτω άκρων τους.

Στο ποδόσφαιρο, η διάγνωση της επίδρασης της πλευρικότητας βασίζεται κυρίως στην ισοκινητική δυναμομέτρηση για την αξιολόγηση μυοδυναμικών ασυμμετριών και ανισοροπιών μεταξύ των κάτω άκρων και λιγότερο σε έρευνες τεχνικοτακτικής ανάλυσης. Οι έρευνες που αξιολόγησαν ισοκινητικά τους καμπτήρες και εκτείνοντες γόνατος μελέτησαν άντρες, γυναίκες και παιδιά και χρησιμοποίησαν διαφορετικές γωνιακές ταχύτητες γεγονός που καθιστά τη σύγκριση δύσκολη. Παρόλα αυτά, διαπιστώνεται πως οι έρευνες που κατέγραψαν διαφορές μεταξύ προτιμώμενου και μη προτιμώμενου κάτω άκρου είναι λιγότερες σε σχέση με αυτές που δεν ανέφεραν διαφορές. Τα αποτελέσματα της τεχνικοτακτικής ανάλυσης συγκλίνουν προς την ίδια κατεύθυνση, ότι δηλαδή η υπεροχή της μιας πλευράς στους ποδοσφαιριστές δεν είναι τόσο έντονη όσο στους μη ποδοσφαιριστές. Μάλιστα, όσο καλύτερο είναι το επίπεδο των ποδοσφαιριστών, τόσο μικρότερη είναι η ασυμμετρία στην επίδοση των δύο πλευρών. Κατά συνέπεια, η επίδοση μπορεί να χαρακτηριστεί ως αντιστρόφως ανάλογη της ασυμμετρίας.

Εν κατακλείδι, είναι απαραίτητη η περαιτέρω διερεύνηση της πλευρικής κυριαρχίας, ενός φαινομένου που δεν έχει επεξηγηθεί επαρκώς μέχρι σήμερα αλλά μπορεί και πρέπει να ξεκαθαριστεί. Η κατανόηση των τάσεων πλευρίωσης θα είναι

χρήσιμη στους αθλητικούς φυσικοθεραπευτές τόσο για την ορθότερη αξιολόγηση και πρόληψη συγκεκριμένων τύπων τραυματισμών, όσο και για τη θεραπεία μυοσκελετικών κακώσεων.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

- Adams K, O' Shea JP, O' Shea KL & Climstein M (1992).** The effect of six weeks of squat, plyometric and squat-plyometric training on power production. *Journal of Applied Sport Science*. 6 (1): 36- 41.
- Alfredson, H., P. Nordstrom and R. Lorentzon, 1996.** Total and regional bone mass in female soccer players. *Calcified Tissue International*, 59: 439–442.
- Anderson D, Sidaway B. (1994).** Coordination changes associated with practice of a soccer kick. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 65 (2): 93-99.
- Annett M (1970).** A classification of hand preference by association analysis. *British Journal of Psychology*. 61 (3): 303-321.
- Annett M. (1973).** Handedness in families. *Annals of Human Genetic*, 37, 93-105.
- Annett M (1976).** A co-ordination of hand preference and skill replicated. *British Journal of Psychology*. 67 (1): 587-592.
- Annett M (1985).** Left, right, hand and brain: the right shift theory. London: Lawrence Erlbaum Associates. 118-121.
- Annett M (1992a).** Phonological processing and right minus left-hand skill. *The Quarterly Journal of Psychology*. 44 (1): 33-46.
- Annett M (1992b).** Parallels between asymmetries of planum temporale and of hand skill. *Neuropsychologia*. 30 (11): 951-962.
- Annett M (1992c).** Spatial ability in subgroups of left-and right-handers. *British Journal of Psychology*. 83 (4): 493-515.
- Annett, M., & Turner, A. (1974).** Laterality and the growth of intellectual abilities. *British Journal of Educational Psychology*, 44, 37-46.
- Arnason A, Gudmundsson A, Dahl HA, Johannsson E (1996).** Soccer injuries in Iceland. *Scand J Med Sci Sports* 1996;6: 40–45.
- Arnason A, Sigurdsson SB, Gudmundsson A, Holme I, Engebretsen L, Bahr R (2004b).** Risk factors for injuries in football. *Am J Sports Med* 2004b; 32: 5S–16S.
- Ashton G.C. (1982).** Handedness: an alternative hypothesis. *Behavioral Genetics*, 12, 125-147.
- Bale P & Scholes S (1986).** Lateral dominance and basketball performance. *Journal of Human Movement Studies*. 12 (1): 145-151.
- Balogun A & Onigbinde T (1992).** Hand and leg dominance. Do they really affect limb muscle strength? *Physiotherapy Theory and Practice*. 8 (1): 89-96.
- Bangsbo J. (1994).** Fitness training for football: A scientific approach. Copenhagen: August Krogh. 112-132.
- Beaumont G, Young A & McManus IC (1984).** Hemisphericity: a critical review. *Cognitive Neuropsychology*. 1 (2): 191-212.
- Bell J & Gabbard C (2000).** Foot preference changes through adulthood. *Laterality*. 5 (1): 63-69.
- Bergeron MF (1988).** Conditioning the Legs for Tennis. *National Strength and Conditioning Association Journal*. 11 (3): 40-41.
- Bishop D (1990).** Handedness and Developmental Disorder. Oxford: Blackwell Scientific Publications. 128-132.
- Bishop D (2005).** Handedness and specific language impairment: A study of 6-year-old twins. *Developmental Psychobiology*. 46 (4): 362-369.
- Bisiacchi PS, Ripoll H, Stein JF, Simonet P & Azemar G (1985).** Lefthandedness in fencers: an attentional advantage? *Perceptual and motor skills*. 62 (2): 507-513.

- Bober T & Czabanski B. (1975).** Biomechanical aspects of peak performance in human swimming. In: J.P. Clarys, L. Lewillie (Eds). *Swimming*. 11, 57-79.
- Boklage CE (1981).** On the distribution of non-right-handedness among twins and their families. *Acta Genet. Med. Gemellol.* 30 (3): 167 -187.
- Bolden R & Moscarola J (2000).** Bridging the quantitative - qualitative divide. *Social Science Computer Review.* 18 (4): 450-460.
- Bos W., Fischter R. B., Frick U., Schmidtbleicher D., Sturtz R., (1994).** Entwicklung und Erprobung eines Schnelligkeitstests für Tennisspieler. *Leistungssport*, 24, 15-20.
- Bosco C., Komi P.V., Pulli M., Pittera C., Montonev H., (1982).** Considerations of the training of elastic potential of human skeletal muscle. *Volleyball Tech. Journal*, 1, 75-80.
- Bourassa DC, McManus C. & Bryden MP. (1996).** Handedness and eye-dominance: A meta-analysis of their Relationship. *Laterality.* 1996, 1 (1): 5-34.
- Brenner E, Piegger J & Platzer W (2003).** The trapezoid form of the trochlea tali. *European Radiology.* 25 (3-4): 216-225.
- Briggs GG & Nebes RD. (1975).** Patterns of hand preference in a student population. *Cortex.* 11 (3): 230-238.
- Broca P., (1865).** Sur le siege de la faculte du langage articule. *Bulletin Society Anthropology*, 6, 377-393.
- Brown C (1997).** In *sporting science: kicking Kinematics*. London: British Broadcasting Corporation. 177.
- Brown, J. W., & Jaffe, J. (1975).** Hypothesis on cerebral dominance. *Neuropsychologia* , 13 (1), 107 - 110.
- Brown ER & Taylor P. (1988).** Handedness, Footedness and Eyedness. *Perceptual and Motor Skills.* 66 (1): 183-186.
- Bryden MP (1982).** *Laterality: functional asymmetry in the intact brain*. New York: Academic Press. 29-31.
- Bryden MP, Pryde K & Roy E (2000).** A developmental analysis of the relationship between hand preference and performance: II. A performance based method of measuring hand preference in children. *Brain and Cognition.* 43 (1-3): 60-64.
- Bryden MP, Pryde K & Roy E, (2000).** A performance measure of the degree of hand preference. *Brain and Cognition.* 44 (13): 402-414.
- Bryden MP, Roy E, McManus I & Bulman-Fleming M (1997).** On the genetics and measurement of human handedness. *Laterality.* 2 (3-4): 317-336.
- Bryden MP & Steenhuis R (1991).** The assessment of handedness in children. In: J. Obrzut, G. Hynd (Eds), *Neuropsychological foundations of learning disabilities*. New York: Academic Press. 411-436.
- Cabri, J., De Proft, E., Dufour, W. and Clarys, J.P. (1988).** The relation between muscular strength and kick performance. In *Science and Football* (edited by T. Reilly, A. Lees, K. Davids and W.J. Murphy), pp. 186–193.
- Calbet JA, Diaz Herrera P & Rodriguez LP (1999).** High bone mineral density in male elite professional volleyball players. *Osteoporos Int.* 10 (6): 468-474.
- Calbet JA, Dorado C & Dvaz-Herrera P (2001).** High femoral bone mineral content and density in male football (soccer) players. *Med Sci Sports Exerc.* 33 (10):1682-7.
- Cameron M & Adams R (2003).** Kicking Footedness and Movement Discrimination by Elite Australian Rules Footballers. *J Sci Med Sport.* 6 (3): 266-274.
- Capranica I, Cama G, Fanton F, Tessitore A & Figura F (1992).** Force and power of preferred and non-preferred leg in young soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.* 32 (1): 358-363.

- Carey DP, Smith G, Smith DT, Shepherd JW, Skriver J, Ord L & Rutland A (2001).** Footedness in world soccer: an analysis of France '98. *Journal of Sport Sciences*. 19 (11): 855-864.
- Carlier, M., Dumont, A.M., Beau, J., and Michel, F. (1993).** Hand performance of French children on a finger-tapping test in relation to handedness, sex, and age. *Perceptual and Motor Skills*, 76: 931-940.
- Casabona, A., M.C. Polizzi, S. Beretta, and V. Perciavalle (1988).** Muscle activity and motor nerve sprouting: an electrophysiological study in man. *Electromyogr. Clin. Neuro-physiol.* 28:391-395.
- Cavanagh P & Mathe G (1989).** Motion: the long and short of it. *Spatial Vision*. 4 (1): 103-129.
- Chandler TJ (1998).** Sport specific conditioning for tennis. *Science and Racket Sports II*. London: E & FN Spon. 77-85.
- Chandler T.J. (2000).** Sport specific conditioning for tennis: science and myth. In Haake, S.J & Coe A. (Eds), *Tennis science and Technology* (pp. 347-354).
- Chandler T J, Kibler W B, Stracener E C. (1992).** Shoulder strength, power, and endurance in college tennis players. *Am J Sports Med* 1992. 20. 455–458.
- Chandler TJ, Kibler WB, Uhl TL, Wooten B, Kiser A, Stone E (1990).** Flexibility comparisons of junior elite tennis players to other athletes. *American Journal of Sports Medicine* 1990;18(2):134-136.
- Chapman JP, Chapman LJ & Allen JJ (1987).** The measurement of foot preference. *Neuropsychologia*. 25 (3): 579-584.
- Chau N., Petry D., Bourgkard E., Huguenin P., Reny E., Andre J., (1997).** Comparison between estimates of hand volume and hand strengths with sex and age with and without anthropometric data in healthy working people. *European Journal of Epidemiology*, 13, 309-316.
- Cherry, B., and Kee, D.W. (1991).** Dual-task interference in left-handed subjects: Hemispheric specialization vs manual dominance. *Neuropsychologia*, 29: 1251-1255.
- Chin MK, So RC, Yuan YW, Li RC & Wong A (1994).** Cardiorespiratory fitness and isokinetic muscle strength of elite Asian junior soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*. 34 (3): 250-7.
- Chow J.W., Carlton L.G., Chae W.S, Shim J.H., Lim Y.T., Kuenster A.F., (1999).** Movement characteristics of the tennis volley. *Medicine Sciences and Sports Exercise*, 6, 855-863.
- Cicchetti, D., Posner, M. (2005).** Cognitive and affective neuroscience and developmental psychopathology. *Developmental Psychopathology*, 17 (3): 569-575.
- Clanton TO & Porter DA (1997).** Primary Care of Foot and Ankle Injuries in the Athlete. *Clin Sports Med*. 16 (3): 435-466.
- Cohen D.B., Mont M.A., Campbell K.R., Vogelstein B.N., Loewy J.W., (1994).** Upper extremity physical factors affecting tennis serve velocity. *American Journal of Sports Medicine*, 6, 746-750.
- Cometti G, Maffiuletti NA, Pousson M, Chatard JC, Maffulli N (2001).** Isokinetic Strength and Anaerobic Power of Elite, Subelite and Amateur French Soccer Players. *Int J Sports Med* 2001; 22: 45-51.
- Corballis MC (1998).** Cerebral asymmetry: motoring on. *Trends in Cognitive Sciences*, 2 (4): 152-157.
- Coren S (1995).** Family patterns in handedness: Evidence for indirect inheritance mediated by birth stress. *Behavior Genetics*. 25 (6): 517-524.
- Coren S & Porac C (1978).** The Validity and Reliability of Self report Items for the Measure of Lateral Preference. *British Journal of Psychology*. 69 (2): 207-211.

- Coren S & Porac C (1980).** Family Patterns in Four Dimensions of Lateral Preference. *Behavior Genetics*. 10 (4): 333-348.
- Corey D, Hurley M & Foundas A (2001).** Right and left handedness defined. A multivariate approach using hand preference and hand performance measures. *Neuropsychiatry, Neuropsychology and Behavioral Neurology*. 14 (3): 144-152.
- Corey W. J, E.J. Bradshaw, M. Williams (2007).** Laterality and its effect on lower extremity musculoskeletal stiffness in male soccer players and track runners. XXV ISBS Symposium 2007, Ouro Preto – Brazil 614-618.
- Costain R & Williams AK (1984).** Isokinetic quadriceps and hamstring torque levels of adolescent, female soccer players. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therap*. 5 (4): 196-200.
- Crespo M, Miley D & Cooke K (2000).** Modern day tennis coaching: the impact of the Sport Sciences. In Haake SJ & Coe A (Eds.), *Tennis Science & Technology*. London: Blackwell Science Ltd. 361-374.
- Cress RH, Taylor LS, Allen BG & Holden RW (1963).** Normal motor nerve conducting velocities in the upper extremity and their relation to handedness. *Behavior Genetics*, 10 (4): 349-358
- Croisier JL, Ganteaume S, Binet J, Genty M & Ferret JM (2008).** Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. *Am J Sports Med*. 36 (8): 1469-75.
- Crosby C, Wehbe M. & Mawr B (1994).** Hand strength: normative values. *Journal of Hand Surgery*. 19 (4): 665-670.
- Crovitz HF & Zener K (1962).** A group - test for assessing hand and eye - dominance. *American Journal of Psychology*. 75 (2): 271-276.
- Dangel G (1994).** Schnelligkeitstraining im Grundlagenbereich. *Tennis-Sport*. 5 (1): 10-11.
- Dargent-Pare C, De Agostini M, Mesbah M & Dellatolas G (1992).** Foot and eye preferences in adults: relationship with handedness, sex, and age. *Cortex*. 28 (3): 343-351.
- Dauty M, Potiron-Josse M & Rochcongar P (2003).** Consequences and prediction of hamstring muscle injury with concentric and eccentric isokinetic parameters in elite soccer players. *Ann Readapt Med Phys*. 46 (9): 601-6.
- Day LB & MacNeilage PH (1996).** Postural asymmetries and language lateralization in humans (*Homo sapiens*). *The Journal of Psychology*. 110 (1): 88-96.
- De Proft, E., Clarys, J.P., Bollens, E., Cabri, J. and Dufour, W. (1988b).** Muscle activity in the soccer kick. In *Science and Football* (edited by T. Reilly, A. Lees, K. Davids and W.J. Murphy), pp. 434–440.
- Devan MR, Pescatello LS, Faghri P & Anderson J (2004).** A Prospective Study of Overuse Knee Injuries Among Female Athletes with Muscle Imbalances and Structural Abnormalities. *J Athl Train* 2004. 39 (3): 263-267.
- Diederichsen L.P., J. Nørregaard, P. Dyhre-Poulsen, A. Winther, G. Tufekovic, T. Bandholm, L. Raundal Rasmussen, M. Krogsgaard (2007).** The effect of handedness on electromyographic activity of human shoulder muscles during movement. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 17 (2007) 410–419.
- Dittmar, M. (2002).** Functional and Postural Lateral Preferences in Humans: Interrelations and Life-Span Age Differences. *Human Biology*, 74, no.4, pp. 569-585.
- Eastwood, P. (1972).** Laterality in a games context. In H. Whiting (Ed.), *Readings in sports psychology* (pp. 228–237).

- Eckstein F, Müller S, Fabe, SC, Englmeiert KH, Reiser M & Putz R (2002).** Side differences of knee joint cartilage volume, thickness, and surface area, and correlation with lower limb dominance - an MRI based study. *Osteoarthritis and Cartilage*. 10 (12): 914-921.
- Ekstrand J & Gillquist J (1983).** The avoidability of soccer injuries, *Int J Sports Med*. 4 (2): 124-8.
- Ekstrand J, Tropp H (1990).** The incidence of ankle sprains in soccer. *Foot Ankle* 1990; 11: 41–44.
- Elias LJ & Bryden MP (1998).** Footedness is a better predictor of language lateralization than handedness. *Laterality*. 3 (1): 41-51.
- Elias LJ, Bryden MP & Bulman-Fleming MB (1998).** Footedness is a better predictor than is handedness of emotional lateralization. *Neuropsychologia*. 36 (1): 37-43.
- Ellenbecker TS (1991).** A total arm isokinetic profile of highly skilled junior tennis players. *Isokinetics and exercise science*. 1 (1): 9-21.
- Ellenbecker TS (1992).** Shoulder internal and external rotation strength and range of motion of highly skilled junior tennis players. *Isokinetics and exercise science*. 21 (8): 65-72.
- Ellenbecker T S (1995).** Rehabilitation of shoulder and elbow injuries in tennis players. *Clin Sports Med* 1995. 1487–110.
- Ellenbecker T S, Mattalino A J (1997).** *The elbow in sport*. Champaign IL: Human Kinetics Publishers, 1997.
- Ellenbecker TS & Roetert EP (1995).** Concentric Isokinetic Quadriceps and Hamstring Strength In Elite Junior Tennis Players. *Isokinetics and Exercise Science*. 5(1): 3-6.
- Ellenbecker T S, Roetert E P (2003).** Age specific isokinetic glenohumeral internal and external rotation strength in elite junior tennis players. *J Sci Med Sport* 2003. 663–70.
- Ellenbecker T S, Roetert E P (2004).** Velocity of a tennis serve and measurement of isokinetic muscular performance. Brief review and comment. *Percept Motor Skills* 2004. 981368–1370.
- Ergun M, Istegen C. & Taskiran E. (2004).** A cross-sectional analysis of sagittal knee laxity and isokinetic muscle strength in soccer players. *Int J Sports Med*. 25 (8): 594-598.
- Falk B., Z. Bronshtein, L. Zigel, N. Constantini, A. Eliakim (2004).** Higher tibial quantitative ultrasound in young female swimmers. *Br J Sports Med* 2004;38:461-465
- Faude O, Junge A, Kinderman W & Dvorak, J (2006).** Risk factors for Injuries in Elite Female Soccer Players. *Br J Sports Med*. 40 (9): 785-90.
- Ferrauti A. (1993).** Bedeutung, Diagnostik und Training der Laufschnelligkeit im Leistungstennis. In Wingate Institute Maccabiah (Eds.), *Wingate International congress on sports science and coaching* (pp. 214-229).
- Ferrauti A & Fust C (1997).** Relevance, diagnosis and training of the tennis-specific running speed. Hamburg: Czwalina. 99-113.
- Flowers, K. (1975).** Handedness and controlled movement. *British Journal of Psychology*, 66, 39-52.
- Fousekis K., Tsepis E., Poulmedis P., Athanasopoulos S., Vagenas G. (2011).** Intrinsic risk factors of non-contact quadriceps and hamstring strains in soccer: a prospective study of 100 professional players. *Br J Sports Med* 2011;45:709-714.

- Fousekis K, Tsepis F, Skountzos K & Vagenas G. (2008).** Isokinetic strength and flexibility asymmetry in the lower limbs of professional soccer players. Proceedings of the 3rd Conference of the Greek society of Biomechanics. Athens. 1-10.
- Fousekis K, Tsepis E & Vagenas G (2009).** Isokinetic muscle strength asymmetry and imbalance in the lower limbs of professional soccer players. Proceedings of 12th Annual Congress of the ECSS, Jyvaskyla. Finland. 1-14.
- Francks C, DeLisi LE, Fisher SE, Laval SH, Rue JE & Stein F (2003).** Confirmatory evidence for linkage of relative hand skill to 2p12_q11. American Journal of Human Genetics. 72 (2): 499-502.
- Friberg O & Kvist M (1988).** Factors determining the preference of takeoff leg in jumping. Int J Sports Med. 9 (5): 349-352.
- Fust C, Ferrauti A, Hufnagel S & Weber K (1997).** Möglichkeiten und Grenzen der Schnelligkeitsdiagnostik mittels eines tennisspezifischen Testverfahrens. In Born, Hölting, Weber, (Eds.), Beiträge zur Theorie und Praxis des Tennisunterrichts und –trainings. Hamburg/D: Czwalina. 87-98.
- Gabbard C (1992).** Associations between hand and foot preference in 3- to 5-year-olds. Cortex. 28 (1): 1-7.
- Gabbard, C (2000).** Lifelong motor development. Needham Heights: Allyn & Bacon.
- Gabbard C & Bonfigli D (1987).** Foot laterality in four-year-olds. Perceptual and Motor Skills. 65 (2): 943-946.
- Gabbard C, Dean M & Haensly P (1991).** Foot preference behavior during early childhood. Journal of Applied Developmental Psychology. 12 (1): 131-137.
- Gabbard C & Hart S (1995).** Foot performance of right- and left-handers: a question of environmental influences. Perceptual and Motor Skills. 80 (2): 671-674.
- Gabbard C & Iteya M (1996).** Foot laterality in children. Adolescents, and Adults. Laterality. 1(3): 199-205
- Gentry V & Gabbard C (1995).** Foot-preference behavior: A developmental perspective. The Journal of General Psychology, 1995, 122 (1): 37-45.
- Geschwind N (1984).** Cerebral dominance in biological perspective. Neuropsychologia. 22 (6): 675-683.
- Geschwind N & Galburda AM (1985).** Cerebral lateralization: Biological mechanisms, associations and pathology. A relationship between handedness and exercise hypothesis and program of research. Arch Neurol. 42 (1): 428-459.
- Geschwind N, Levitsky W (1968).** Human brain left–right asymmetries in temporal speech region. Science 161:186–187.
- Girard, O and Millet, GP (2009).** Physical determinants of tennis performance in competitive teenage players. J Strength Cond Res 23: 1867–1872.
- Gonyea, W.J., and G.C. Ericson (1976).** An experimental model for the study of exercise-induced skeletal muscle hypertrophy. J. Appl. Physiol. 40:630-633.
- Grace, T.G., Sweetser, E.R. and Nelson, M.A., 1984,** Isokinetic muscle imbalance and knee – joint injuries. Journal of Bone and Joint Surgery, 66, 734 – 739.
- Greenwood JG, Greenwood JJD, McCullagh JM, Beggs J & Murphy CA (2007).** A survey of sidedness in Northern Irish schoolchildren: The interaction of sex, age, and task. Laterality. 12 (1): 1-18.
- Groppel JL (1986).** The Biomechanics of Tennis: An Overview. International Journal of Sport Biomechanics, 2, 141-155.
- Grouios G (2004).** Motoric dominance and sporting excellence: training versus heredity. Perceptual and Motor Skills. 98 (1): 53-66.
- Grouios G, Koidou I, Tsorbatzoudis H & Alexandris K (2002a).** Handedness in sports, Journal of human movement studies. 43 (2): 347-36.

- Grouios G, Kollias N, Koidou I & Poderi A (2002b).** Excess of mixedfootedness among professional soccer players. *Perceptual and Motor Skills*. 94 (2): 695-699.
- Grouios G, Kollias N, Tsorbatzoudis H & Alexandris K (2002c).** Overrepresentation of mixed-footedness among professional and semiprofessional soccer players: An innate superiority or a strategic advantage? *Journal of Human Movement Studies*. 42 (1):19-29.
- Grouios G, Tsorbatzoudis H, Alexandris K & Barkoukis V (2000).** Do left-handed competitors have an innate superiority in sports? *Perceptual and motor skills*, 90 (3): 1273-1282.
- Haaland E & Hoff J (2003).** Non-dominant leg training improves the bilateral motor performance of soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. 13 (3): 79-184.
- Haerle M, Häfner HM, Schaller HE & Brunelli F (2002).** Dominances in finger arteries. *Journal of Hand Surgery*. 27 (6): 526-529.
- Halpern D., Haviland M.G, Killian C.D. (1998).** Handedness and sex differences in intelligence: evidence from the medical college admission test. *Brain and Cognition*, 38, 87-101.
- Hanten W, Chen W, Austin A, Brooks R, Carter H, Law C, Morgan M., Sanders D, Swan C & Vanderslice A (1999).** Maximum Grip Strength in Normal Subjects from 20 to 64 Years of Age. *Journal of hand therapy*. 12 (1): 193-200.
- Hardyck C & Petrinovich LF (1977).** Left-handedness. *Psychological Bulletin*. 84 (3): 385-404.
- Hatta T, Ito Y, Matsuyama Y & Hasegawa Y (2005).** Lower – limb asymmetries in early and middle age. *Laterality*. 10 (3): 267-277.
- Hawkins RD, Fuller CW (1999).** A prospective epidemiological study of injuries in four English professional football clubs. *Br J Sports Med* 1999; 33:196–203.
- Hawkins RD, Hulse MA, Wilkinson C, Hodson A, Gibson M (2001).** The association football medical research programme: an audit of injuries in professional football. *Br J Sports Med* 2001; 35:43–47.
- Henessey, W.J., F.J.E. Falco, and R.L. Braddom (1994).** Median and ulnar nerve conduction studies: Normative data for young adults. *Arch. Phys. Med. Rcbabil*. 75:259-264.
- Herrington L (1998).** Glenohumeral joint: internal and external rotation range of motion in javelin throwers. *British Journal of Sports Medicine*, 32 (3): 226-228.
- Hirashima M, Kudo K, Ohtsuki T (2003).** Utilization and compensation of interaction torques during ball-throwing movements. *Journal of Neurophysiology* 2003;89,1784-1795.
- Holtzen, D. (2000).** Handedness and professional tennis. *International Journal of Neuroscience*, 105, 101–119.
- Hore J, Watts S, Tweed D & Miller B. (1996).** Over-arm throws with the nondominant arm: kinematics of accuracy. *Journal of Neurophysiology*. 76 (6): 3693-3704.
- Hughes C (1990).** Soccer skills, tactics, and teamwork. London: HarperCollins. 182.
- Incel N, Ceceli E, Durukan P, Erdem R & Yorgancioglu R (2002).** Grip strength: effect of hand dominance. *Singapore Medicine Journal*. 43 (5): 234-237.
- Isnidarsi EM & Goncalves AC (2000).** Battery of tests for prediction and evaluation of tennis players. In Haake, S. J. & Coe, A. (Eds.), *Tennis Science & Technology*. London: Blackwell Science Ltd. 435-440.
- Jackson JH. (1874).** On the scientific and empirical investigation of epilepsies. *Medical Press and Circular*. 18 (1): 325-327.

- Jancke L (1996).** The Hand Performance Test with a modified time limit instruction enables the examination of hand performance asymmetries in adults. *Perceptual and Motor Skills*. 82 (3): 735–738.
- Kaas, J. H. (1995).** The reorganization of sensory and motor maps in adult mammals. In M. S. Gazzaniga (Ed.), *The cognitive neurosciences* (pp. 51 _71).
- Kalisch T, Wilimzig C, Kleibel N, Tegenthoff M, Dinse HR (2006).** Age-Related Attenuation of Dominant Hand Superiority. *PLoS ONE* 1(1): e90.
- Kang, Y., & Harris, L.J. (2000).** Handedness and footedness in Korean college students. *Brain and Cognition*, 43, 268-274.
- Kauranen, K., & Vanharanta, H. (1996).** Influence of aging, gender, and handedness on motor performance of upper and lower extremities. *Perceptual and Motor Skills*, 82, 515-525.
- Kellis S, Gerodimos V, Kellis E & Manou, V (2001).** Bilateral isokinetic concentric and eccentric strength profiles of the knee extensors and flexors in young soccer players. *Isokinetics and Exercise Science*. 9 (1): 31-39.
- Kibele A., Gollhofer A., Muller K.J., (1989).** Bilaterale Aktivierbarkeit und Maximalkrafttraining. *Die Lehre der Leichtathletik*, 20, 1079-1081.
- Kibler WB (1993).** Evaluation of sports demands as a diagnostic tool in shoulder disorders. In: Matsen FA, Fu FH, Hawkins RT, editors. *The Shoulder: A Balance of Mobility and Stability*. Rosemont: American Academy of Orthopedic Surgeons;1993. p. 379-99.
- Kibler WB (1995).** Biomechanical analysis of the shoulder during tennis activities. *Clinics in Sports Medicine* 1995;14:(1):79-85.
- Kimura K (1980)** Handedness and Laterality of the Extremities. *Shinkei Kenkyu No Shimpo*. 24 (1): 610-621.
- Kinsbourne M (1975).** The mechanism of hemispheric control of the lateral gradient of attention. *Attention and Performance*. 5 (1): 81-97.
- Kleinoder H., Mester J., (2000).** Strategies for the return of 1st and 2nd serves. In Haake S.J., Coe A., (Eds.), *Tennis Science and Technology* (pp. 401-408).
- Knapik, J., Bauman, C.L., Jones, B.H., Harris, J.M. and Vaughan, L. (1991).** Preseason strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes. *American Journal of Sports Medicine* 19, 76-81.
- Kontulainen S, Sievanen H & Kannus P (2002).** Effect of long-term impact-loading on mass, size, and estimated strength of humerus and radius of female racquet-sports players: a peripheral quantitative computed tomography study between young and old starters and controls. *J Bone Miner Res*. 17 (12): 2281-9.
- Kovacs, MS.** Tennis physiology: Training the competitive athlete. *Sports Med* 37: 189–198, 2007.
- Kramer J & Balsor BE (1990).** Lower extremity preference and knee extensor torques in intercollegiate soccer players. *Canadian journal of sports Sciences*. 15 (3):180-184.
- Kurup RK & Kurup PA (2002).** Hypothalamic digoxin, cerebral dominance, and sexual orientation. *Archives of Andrology*. 48 (9): 359-367.
- La Fratta, C.W., and O.H. Smith (1964).** A study of the relationship of motor nerve conduction velocity of the adult to age, sex and handedness. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 45:407-412.
- Laland KN, Kumm J, Van Horn JD & Feldman MW (1995).** A gene-culture model of human handedness. *Behavior Genetics*. 25 (5): 433-445.
- Lehman RC (1988).** Shoulder pain in the competitive tennis player. *Clin Sports Med* 1988;7:309–27.

- Lenneberg E (1967).** Biological Foundations of Language. New York: Wiley. 28-31.
- Lewin G (1989).** The incidence of injury in an English professional soccer club during one competitive season. *Physiotherapy* 1989: 75: 601–605.
- Lugo M, Isturiz G, Lara C, Garcia N & Blen-Zajjur A (2002).** Sensory lateralization in pain subjective perception for noxious heat stimulus. *Somatosensory and Motor Research*. 19 (3): 207-212.
- MacNeilage PF, Studdert–Kennedy MG & Lindblom B (1998).** Primate handedness: a foot in the door. *Behavioural and Brain Sciences*. 11 (4): 738-746.
- Marshall, J.L. and Tischler, H.M. (1978).** Screening for sports: Guidelines. *New York State Journal of Medicine*, 78, 243- 251.
- Martin WLB & Machado AH (2005).** Deriving estimates of contralateral footedness from prevalence rates in samples of Brazilian and non – Brazilian right – and left – handers. *Laterality*. 10 (4): 353-368.
- Marzi, C.A., Grabowska, A., Tressoldi, P., and Bisiacchi, P.S. (1988).** Left hemisphere superiority for visuospatial functions in left-handers. *Behavioural Brain Research*, 30: 183-192.
- Maupas E, Paysant J. Martinet N & André JM (1999).** Asymmetric leg activity in healthy subjects during walking, detected by electrogoniometry. *Clinical Biomechanics*. 14 (6): 403-411.
- McClanahan, B.S., K. Harmon-Clayton, R.C. Ward, C.M. Klesges. Vukadinovich and D.C. Edwin, 2002.** Side-to-side comparison of bone mineral density in upper and lower limbs of collegiate athletes. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 16: 586-590.
- McGregor JC, Rae A (1995).** A review of injuries to professional footballers in a premier football team (1990–93). *Scott Med J* 1995: 40: 16–18.
- McKeever WF (2000).** A new family handedness sample with findings consistent with X-linked transmission. *British Journal of Psychology*. 91 (1): 21-39.
- McKeever WF (2004).** An X-linked three-allele model of hand preference and hand posture for writing. *Laterality*. 9 (2): 149-173.
- McLean B & Tumilty D (1993).** Left-right asymmetry in two types of soccer kick. *British Journal of Sports Medicine*. 27(4): 260-262.
- McManus IC (1985).** Handedness, language dominance and aphasia: A genetic model. *Psychological Medicine*. 8 (1): 1-40.
- McManus IC (2002).** Right hand, left hand: The origins of asymmetries in brains, bodies, atoms and cultures. London: Weidenfeld and Nicolson. Nachshon & Denno, 1986.
- McManus JC & Bryden MP (1992).** The genetics of handedness, cerebral dominance and lateralisation. In J. Rapin, S. J. Segalowitz (Eds.): *Handbook of neuropsychology*. Child neuropsychology (Part 1). 6 (10): 115-144.
- McManus, I. C., Porac, C., Bryden, M. P., & Boucher, R. (1999).** Eye-dominance, writing hand, and throwing hand. *Laterality*, 4 (2), 173 -192.
- McManus IC, Shergill S & Bryden MP (1993).** Annett's theory that individuals heterozygous for the right shift gene are intellectually advantaged: theoretical and empirical problems. *British Journal of Psychology*. 84 (4): 517-537.
- Merrell, D. J. (1957).** Dominance of eye and hand. *Human Biology*, 29 (4), 314-328.
- Mikheev M, Mohr C, Afanasiev S, Landis T & Thut G (2002).** Motor control and cerebral hemispheric specialization in highly qualified judo wrestlers. *Neuropsychologia*. 40 (8): 1209-19

- Mognoni, P., Narici, V., Sirtori, D. and Lorenzelli, F. (1994).** Isokinetic torques and kicking maximal ball velocity in young soccer player. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 34, 357–361.
- Natsopoulos D, Kiosseoglou G, Xeromeritou A & Alevriadou A. (1998).** Do the hands talk on mind 's behalf? Differences in language ability between left-and right-handed children. *Brain and Language*. 64 (2):182 -214.
- Nazarian A.B., Kh. Khayambashi and N. Rahnama (2010).** Dominant and Non-Dominant Leg Bone Mineral Density in Professional Soccer Players and Non-Athlete. *Subjects World Journal of Sport Sciences* 3 (1): 28-32.
- Nirschl R P, Sobel J (1981).** Conservative treatment of tennis elbow. *Phys Sportsmed* 1981. 943–54.54.
- Nunome, H., Ikegami, Y., Kozakai, R., Apriantono, T. and Sano, S., 2006.** Segmental dynamics of soccer instep kick with the preferred and non-preferred leg. *Journal of Sports Sciences*, 24, 529–41.
- Oberbeck H. (1989).** Seitigkeitsphanomene und Seitigkeitstypologie im Sport. *Schriftenreihe des Bundesinstituts für Sportwissenschaft*, 68, 128-130.
- Oldfield RC (1971).** The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh Inventory. *Neuropsychologia*. (9): 97-113.
- Oral A., Yalman A & Sindel D (2004).** Differences between the right and the left foot in calcaneal quantitative ultrasound measurements. *European Radiology*. 14 (1): 1427-1431.
- Orchard, J., Wood, T., Seward, H., Broad, A. (1998).** Comparison of Injuries in Elite Senior and Junior Australian Football. *Journal of Science and Medicine in Sport* 1(2): 82-88.
- Ostenberg A, Roos E, Ekdahl C, Roos H (1998).** Isokinetic knee extensor strength and functional performance in healthy female soccer players. *Scand J Med Sci Sports* 1998; 8: 257-264.
- Ozturk C, Durmazlar N, Ural B, Karaagaoglu E, Yalaz K & Anlar B (1999).** Hand and eye preference in normal preschool children. *Clinical Pediatrics*. 38 (11): 677-680.
- Parkin S, Nowicky AV, Rutherford OM & McGregor A (2001).** Do oarsmen have asymmetries in the strength of their back and leg muscles?. *J Sports Sci*. 19 (7): 521-6
- Peters M (1980).** Why the preferred hand taps more quickly than the non-preferred hand: Three experiments on handedness. *Canadian Journal of Psychology*. 34 (1): 62–71.
- Peters, M. (1988).** Footedness: asymmetries in foot preference and skill and neuropsychological assessment of foot movement. *Psychological Bulletin*, 103,179-192.
- Peters M. (1990).** Neuropsychological identification of motor problems: Can we learn something from the feet and legs that the hands and arms will not tell us? *Neuropsychology*, 1, 165-183.
- Peters M (1998).** Description and validation of a flexible and broadly usable handedness questionnaire. *Laterality*. 3 (1): 77-96.
- Peters M & Durling BM (1979).** Left-handers and right-handers compared on a motor task. *Journal of Motor Behavior*. 11 (2): 103-111.
- Peters M., and Pang, J (1992).** Do “right-armed” left-handers have different lateralization of motor control for the proximal and distal musculature? *Cortex*, 28: 391-399.

- Peters, M., and Servos, P. (1989).** Performance of subgroups of left-handers and right-handers. *Canadian Journal of Psychology*, 43: 341-358.
- Petersen P, Petrick M, Connor H & Conklin D (1989).** Crip strength and hand dominance; challenging the 10% rule. *American Journal of Occupational Therapy*. 43 (7): 444-447.
- Plochocki JH (2004).** Bilateral variation in limb articular surface dimensions. *American Journal of Human Biology*. 16 (3): 328-333.
- Porac C (1993).** Are age trends in adult hand preference best explained by developmental shifts of generational differences? *Canadian Journal of Experimental Psychology*. 47 (4): 687-713.
- Porac C (1996).** Hand and foot preference in young and older adults: A comment on Gabbard and Iteya. *Laterality*. 1 (3): 207-213.
- Porac C & Coren S. (1979).** Individual and familial patterns in four dimensions of lateral preference. *Neuropsychologia*. 17 (5): 543-548.
- Porac C & Coren S. (1981).** Lateral preference and human behaviour. New York: Springer-Verlag. 26.
- Porac C, Coren S & Duncan P (1980).** Life-span age trends in laterality. *Journal of Gerontology*. 35 (1): 715-721.
- Porac C & Searleman A (2002).** The effects of hand preference side and hand preference switch history on measures of psychological and physical well-being and cognitive performance in a sample of older adult right- and left- handers. *Neuropsychologia*. 40 (12): 2074-2083.
- Poulmedis, P. (1988)** Muscular imbalance and strains in soccer. In: *Sports injuries and their prevention*. Eds: Van der Togt, C.R., Kemper, A.B. Proceedings 3rd meeting council of Europe:.Oosterbeek; National Institute for Sports Health Care. 53-57.
- Previc FH (1991).** A general theory concerning the prenatal origins of the cerebral lateralization in humans. *Psychological Review*. 98 (7): 299-344.
- Provins KA & Magliaro J. (1989).** Skill, strength, handedness and fatigue. *Journal of Motor Behavior*. 21 (2): 113-121.
- Purves D, White LE & Andrews TJ (1994).** Manual asymmetry and handedness. *Proceedings of National Academy of Science*. 91 (11): 5030-5032.
- Raczkowski D, Kalat JW & Nebers R. (1974).** Reliability and validity of some handedness questionnaire items. *Neuropsychologia*. 12 (1): 43-47.
- Rahnama N, Lees A & Bambaecichi E (2005).** A comparison of muscle strength and flexibility between the preferred and non-preferred leg in English soccer players. *Ergonomics*. 48(11-14) 1568-1575.
- Raymond, M., Pontier, D., Dufour, A.B., and Moller, A.P. (1996).** Frequency dependent maintenance of left handedness in humans. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Science (London)*, 263: 1627-1633.
- Reiss M. (1996).** Untersuchungstechnische Möglichkeiten und Problem motorischer Asymmetrien. *Motorik*, 4, 169-172.
- Reiss M & Reiss G (2000).** Studies on motorial asymmetries. *Fortschritte der Neurologie Psychiatrie*. 68 (2): 70-79.
- Reiss M Tymnik G Kogler P, Kogler W, Reiss G. (1999).** Laterality of hand, foot, eye, and ear in twins. *Laterality*, 4 (3): 287-297.
- Riewald S. & Ellenbecker T. (2005).** The unbalanced tennis player. *ITF Coaching and sports science review*. Issue 37.
- Risch N. & Pringle G. (1985).** Segregation analysis of human hand preference. *Behaviour Genetics*, 15, 385-400.

- Roche-Lexikon Medizin (1999).** 4. Auflage. Munchen: Urban & Fischer.
- Rochongar, P., Morvan, R., Jan, J., Dassonville, J. and Beillot, J. (1988).** Isokinetic investigation of knee extensors and knee flexors in young French soccer players. *International Journal of Sports Medicine* 9, 448-450.
- Roetert EP, Ellenbecker TS, Brown SW (2000).** Shoulder internal and external range of motion in junior tennis players: A longitudinal study. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2000;14:140-143.
- Roetert EP, Ellenbecker TS & USTA (1998).** Complete Conditioning for Tennis, Champaign, IL: Human Kinetics. 7-31.
- Roetert EP, Garrett GE, Brown SW & Camaione DN (1992).** Performance Profiles of Nationally Ranked Junior Tennis Players. *Journal of Applied Sport Science Research.* 6(4): 225-231.
- Rosenrot. P. (1980).** Asymmetry of gait and lower limb dominance. Unpublished Master's thesis, University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada.
- Roy, E.A. (1996).** Hand preference, manual asymmetries and limb apraxia. In D Elliott & E.A. Roy (Eds.), *Manual asymmetries in motor performance.*
- Roy EA & Elliott D (1986).** Manual asymmetries in visually directed aiming. *Canadian Journal of Experimental Psychology.* 40 (2): 109-121.
- Sachlikidis A. & Salter C. (2007).** A biomechanical comparison of dominant and non-dominant arm throws for speed and accuracy *Sports Biomechanics* 6(3): 334–344.
- Sale D.G. (1992).** Neural adaptation to strength training. In Komi, P. V. (Ed.), *Strength and Power in Sport.* Boston: Blackwell Scientific Publishers. 249-265.
- Salonikidis K, Papadopoulos C & Schmidtbleicher D (2001).** Diagnose und Auswertung der motorischen Fähigkeiten Kraft und Schnelligkeit bei Leistungssportlern im Tennis. *Leistungssport.* 31 (3): 43-49.
- Sanchis-Moysi J, Idoate F, Dorado C, Alayon S, Calbet (2010).** Large asymmetric hypertrophy of rectus abdominis muscle in professional tennis players. *JA PLoS One* 2010; 5(12): e15858
- Safran M R, Hutchinson M R, Moss R. (1999).** A comparison of injuries in elite boys and girls tennis players. *Transactions of the 9th Annual Meeting of the Society of Tennis Medicine and Science.*
- Schachter SC & Ransil BJ & Geschwind N (1987).** Associations of handedness with hair color and learning disabilities. *Neuropsychologia.* 25 (1B): 269-276.
- Schmidt RT & Toews JV (1970).** Grip strength as measured by the jamar dynamometer. *Archives of physical medicine and rehabilitation.* 51 (6): 321-327.
- Schönborn R (1999).** *Advanced Techniques for Competitive Tennis.* Aachen Germany: Meyer and Meyer Sport, 118.
- Searleman A. (1980).** Subject variables and cerebral organization. *Cortex* 16, 239-254.
- Semmler, J.G., and Nordstrom, M.A. (1995).** Influence of handedness on motor unit discharge properties and force tremor. *Experimental Brain Research,* 104: 115-125.
- Singh,1. (1970).** Functional asymmetry in the lower limbs. *Acta Anatomica* 77:131-138.
- Singh, P.I., B.K. Maini, and I. Singh (1977).** Bilateral asymmetry in conduction velocity in the efferent fibres of the median nerve and its relationship to handedness. *Indian J. Physiol. Pharmacol.* 21:364-368.
- Smak W, Neptune R & Hull M (1999).** The influence of pedaling rate on bilateral asymmetry in cycling *Journal of Biomechanics.* 32 (9): 899-906.

- Soderman K, Alfredson H, Pietila T & Werner S (2001).** Risk factors for leg injuries in female soccer players: a prospective investigation during one outdoor season. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 9 (5): 313-21.
- Spielger B,J & Yeni-Komshian G.H. (1983).** Incidence of left handed writing in a college population with reference to family patterns in hand preference. *Nyropsychologia*, 21, 651-659.
- Spry S, Zebas C & Visser M (1993).** What is leg dominance? In Hamill, J. (Edt.), *Proceedings of the XIth Symposium of the International Society of Biomechanics in sports.* Amherst: Mass. 165-168.
- Starosta W. (2002).** Die Symmetrie und Asymmetrie der Bewegung gemäß der Bernstein-Theorie Leistungssport, 1, 59-62.
- Steenhuis RE & Bryden MP (1989).** Different dimensions of hand preference that relate to skilled and unskilled activities. *Cortex.* 25 (2): 289-304.
- Strauss E (1986).** Hand, foot, eye, and ears preferences and performance on a dichotic listening test. *Cortex.* 22 (3): 475-482
- Surve J, Schweltnus MP, Noakes T & Lompard C (1994).** A fivefold reduction in the incidence of recurrent ankle sprains in soccer players using sport-stirrup orthosis. *Am J Sports Med.* 22 (5): 601-606.
- Sutton R. (2006).** Tennis injuries. *TR3 Magazine.* Issue 07.
- Tan U (1985).** Relationships between hand skill and the excitability of motoneurons innervating the postural soleus muscle in human subjects. *International Journal of Neuroscience.* 26 (1): 289-300.
- Tapley SM & Bryden MP (1985).** A group test for the assessment of performance between the hands. *Neuropsychologia*, 23 (2): 215-221.
- Teixeira LA, Silva MV & Carvalho MA (2003).** Reduction of lateral asymmetries in dribbling: the role of bilateral practice. *Laterality.* 8 (1): 53-55.
- Tomosue R., Yoshinari K., Yamane M., Suda M., (2000).** Development of a new machine for tennis players to strengthen the lower limb adductor muscles. In Haake, S.J. & Coe A. (Eds.), *Tennis Science and Technology* (pp. 423-428).
- Tsepis, E., Vagenas, G., Giakas, G. and Georgulis, A. (2004).** Hamstrings weakness as an indicator of poor knee function in ACLdeficient patients. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 12, 22-29.
- Tsepis E, Vagenas G, Ristanis S & Georgulis A (2006).** Thigh muscle weakness in ACL deficient knees persist without structural rehabilitation. *Clinical Orthopaedics and Related Research.* 12 (1): 211-218.
- Tumilty D (1993).** Physiological characteristics of elite soccer players. *Sports Med* 1993: 16: 80–96.
- Turunen H., Tenhonen S., Sen C.K., Hanninen O. (1996).** Activation symmetry of right and left femoris muscles in untrained students, soccer players and elite runners. *Coaching and sport science journal*, 4, 20-24.
- Ullman J.F. (1987).** Lateralitat (laterale dominanz). In Arnold W., Eysenck H.J., Meili R. (Eds) , *Lexikon der Psychologie* (p.p 1214-1217).
- Unitas, J., and Dintiman, G. (1979).** *Improving health and performance in the athlete.* Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Vagenas G & Hoshizaki B. (1991).** Functional asymmetries and lateral dominance in the lower limbs of distance runners. *Int J Sport Biomech.* 7 (2): 311-329.
- Vagenas G & Hoshizaki B. (1992).** A multivariate analysis of lower extremity kinematic asymmetry in running. *Int J Sport Biomech.* 8 (1): 1-29.

- Vagenas G (1994).** Canonical correlation analysis of functional and kinematic asymmetries in long distance runners. *Athletic Science: Theory and Practice*. 9 (1): 85-100.
- Van De Meer D. & Kibler B.W. (2000).** The biomechanical fundamentals, the commonalities and the preferences of tennis strokes. In Haake, S.J. & Coe A. (Eds.), *Tennis Science & Technology* (pp. 355-360).
- Voyer D. (1996).** On the Magnitude of Laterality Effects and Sex Differences in Functional Laterality. *Laterality*, 1996, 1 (1), 51-83.
- Ward JP & Cantalupo C (1997).** Origins and functions of laterality: Interactions of motoric systems. *Laterality*. 2 (3-4): 279-303.
- Watson NV & Kimura D (1989).** Right-hand superiority for throwing but not for intercepting. *Neuropsychologia*. 27 (11-12): 1399-1414.
- Weineck J. (1992).** *Optimales Fußballtraining. Das Konditionstraining des Fußballspielers.* Erlangen: Weineck.
- Whittington J & Richardson P (1987).** The stability of children's laterality prevalences and their relationship to measures of performance. *British Journal of Educational Psychology*. 57 (1): 45-55.
- Willits DA (1998).** Train your brain to ski with symmetry. *Professional skier*. 1265-1314.
- Wisloff, U., Helgerud, J. and Hoff, J. (1998).** Strength and endurance of elite soccer players. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 30, 462-467.
- Wood CJ & Aggleton,JP (1989).** Handedness in 'fast ball' sports: do left-handers have an innate advantage? *Br J Psychol*. 80 (2): 227-240.
- Woods C, Hawkins R Hulse M & Hodson A (2002).** The football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football: an analysis of ankle sprains. *Br J Sports Med*. 37 (3): 24-34.
- Woods C, Hawkins RD, Maltby S, Hulse M, Thomas A, Hodson A. (2004).** The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football – analysis of hamstring injuries. *Br J Sports Med* 2004; 38: 36–41.
- Wright RW, Steger-May K, Wasserlauf BL, O'Neal ME, Weinberg BW & Paletta A (2006).** Elbow range of motion in professional baseball pitchers. *Am J Sports Med*. 34 (2):190-3.
- Yeo , R., & Gangestad, S.W. (1993).** Developmental origins of variation in human hand preference. *Genetica*, 89 , 281-296.
- Zakas A (2006).** Bilateral isokinetic peak torque of quadriceps and hamstring muscles in professional soccer players with dominance on one or both two sides. *J Sports med Phys Fitness*. 46(1): 28-35.
- Zhanell J., Vaverka F., Cernosek M., (2000).** Longitudinal observation of physical and motor preconditions in tennis, *Tennis Science and Technology* (pp. 441-448).

Βλάχος Φ. (1998). Αριστεροχειρία: μύθοι και πραγματικότητα. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα. 11-53.

Μυλωνάς ΣΜ (2010). Ισοκινητική αξιολόγηση της δύναμης των κάτω άκρων και η σχέση της με τη πλευρική επικράτηση. Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού. Διαθέσιμο: <http://invenio.lib.auth.gr/record/124813/>.

Φουσέκης Κ, Τσέπης Η & Βαγενάς Γ (2009). Λειτουργικές πλευρικότητες στα κάτω άκρα αθλητών ποδοσφαίρου. Φυσικοθεραπεία. 12 (4): 225-238.