

Σχήμα 6-36. Μέγιστη ταχύτητα της άρθρωσης του καρπού κατά τη στιγμή της απελευθέρωσης της μπάλας σε δύο διαφορετικές τεχνικές βολής (Jankešic 1973)

στοιχεί στη φάση της προετοιμασίας. Μ' αυτό τον τρόπο φυσικά μπορεί να βελτιωθεί η ταχύτητα αντίδρασης του τερματοφύλακα, στο οπτικό ερέθισμα που είναι η μπάλα προερχόμενη από βολή.

Ποδοσφαίριση (Ποδόσφαιρο)

Η τεχνική του ποδοσφαίρου απαιτεί από τον αθλητή να εκτελεί κινήσεις οι οποίες έχουν κύρια δρομικό και αλτικό χαρακτήρα. Αυτές συνήθως συνδυάζονται με μεταφορά, μεταβίβαση και ώθηση (σούτ) της μπάλας, και εκτελούνται πάνω σε μια μεγάλη επιφάνεια και σε σχετικά μεγάλη χρονική διάρκεια, έτσι που η τεχνική να επηρεάζεται σε σημαντικό βαθμό από την κόπωση. Αν ακόμη λάβουμε υπόψη, ότι η τεχνική των ποδοσφαιριστών θα πρέπει να εφαρμόζεται ταυτόχρονα με την ανάλογη προσπάθεια του αντιπάλου να "καταστρέψει" αυτή την τεχνική, φαίνεται καθαρά πως οι κινητικές απαιτήσεις σ' αυτό το άθλημα είναι αρκετές και σύνθετες.

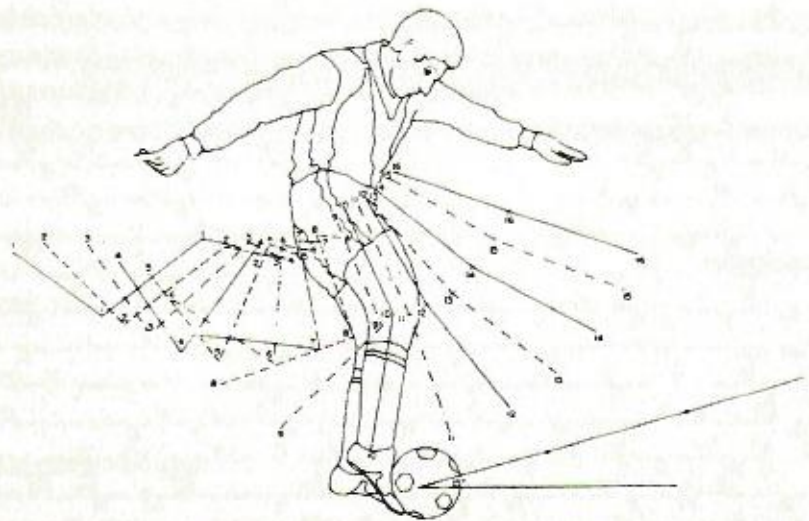
Την τεχνική των κινήσεων του ποδοσφαιριστή μπορούμε, πιο συγκεκριμένα να τη διακρίνουμε:

- _ σε δρομική, με συνεχή αλλαγή της κατεύθυνσης και τέμπου με ή και χωρίς τη μπάλα,
- _ σε αλτική, όταν η μπάλα βρίσκεται στον αέρα με ταυτόχρονη διεκδίκηση της με το κεφάλι και
- _ σε ώθιστική με τις διάφορες πλευρές του ποδιού.

Η δρομική τεχνική, όταν εκτελείται σωστά και με ταυτόχρονη προώθηση της μπάλας (εννοείται με τα πόδια) από τον αθλητή, μπορεί να συμβάλλει στη γρήγορη μετακίνησή του μέσα στο χώρο. Αυτό το σημείο θεωρείται τις περισσότερες φορές καθοριστικό για την τεχνική κατάρτιση του ποδοσφαιριστή ανεξαρτήτου αγωνιστικής θέσης.

Η αλτική τεχνική έχει τις επιμέρους ιδιαιτερότητες στην εκτέλεσή της. Με άλλα λόγια, τα άλματα εκτελούνται συνήθως με τα δύο πόδια ή το ένα πόδι και με στόχο τη διεκδίκηση της μπάλας που βρίσκεται σε πτήση. Η συμβολή κι αυτής της τεχνικής θεωρείται βασική, αφού στη διάρκεια ενός αγώνα επαναλαμβάνεται πολλές φορές τόσο στις επιθετικές όσο και στις αμυντικές προσπάθειες. Ένα επιπρόσθετο "τεχνικό" σημείο στην εκτέλεση των αλμάτων, είναι ότι το άλμα καταλήγει πάντοτε σε κτύπημα της μπάλας με το κεφάλι και τις περισσότερες φορές προς ένα συγκεκριμένο στόχο (συμπαίκτη ή τέρμα).

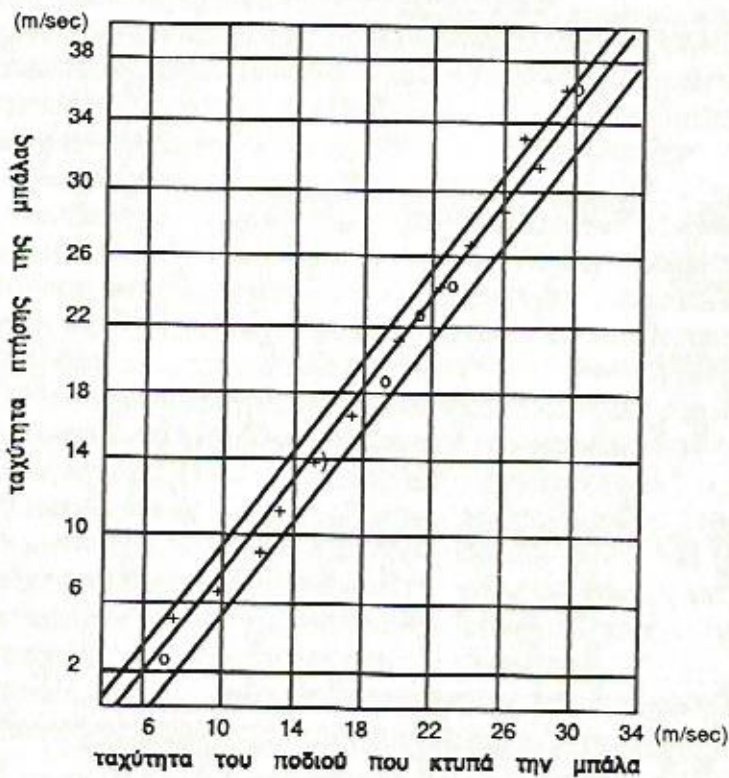
Το βασικότερο όμως σημείο της τεχνικής του ποδοσφαιριστή, είναι η ώθηση (λάκτισμα ή κτύπημα) της μπάλας με το πόδι, η οποία εκτελείται με στόχο είτε να μεταβιβαστεί σε συμπαίκτη, είτε να κατευθυνθεί στην αντίπαλη εστία για την επίτευξη τέρματος. Εξετάζοντας την ώθηση της μπάλας, από βιο-μηχανικής πλευράς, θα πρέπει να διακρίνουμε τις εξής φάσεις (σχήμα 6-38) (Donskoi et al 1979):



Σχήμα 6-38. Βιο-μηχανική ανάλυση του σουτ στο ποδόσφαιρο (Plagenhoef 1971)

1. Την κίνηση για αιώρηση του ποδιού με σκοπό την αύξηση της απόστασης μεταξύ της μπάλας και του μέλους του σώματος που θα έρθει σε επαφή μ' αυτή για να εκτελεστεί το κτύπημα. Η φάση αυτή παρατηρείται με σημαντική διακύμανση από αθλητή σε αθλητή και από κτύπημα σε κτύπημα.
2. Την κίνηση ώθησης, δηλαδή από το τελευταίο σημείο της αιώρησης μέχρι την αρχή της επαφής της μπάλας.
3. Την κίνηση της επαφής του ποδιού με τη μπάλα. Στην ουσία εδώ πρόκειται για το καθαυτό κτύπημα της μπάλας.
4. Την κίνηση του ποδιού, μετά την επαφή της μπάλας, που οπωσδήποτε επιβραδύνεται και διακόπτεται.

Από τις παραπάνω φάσεις φαίνεται, ότι κατά τη διάρκεια της ώθησης της μπάλας, η ταχύτητα που αποκτά αυτή είναι μεγαλύτερη, όσο μεγαλύτερη είναι και η ταχύτητα του μέλους του σώματος (δηλαδή στην προκειμένη περίπτωση του ποδιού) που έρχεται σε επαφή (σχήμα 6-39).



Σχήμα 6-39. Εξάρτηση της ταχύτητα πτήσης της μπάλας από την ταχύτητα του μέλους του σώματος που έρχεται σε επαφή (άκρος πόδας), (Bartoniets)

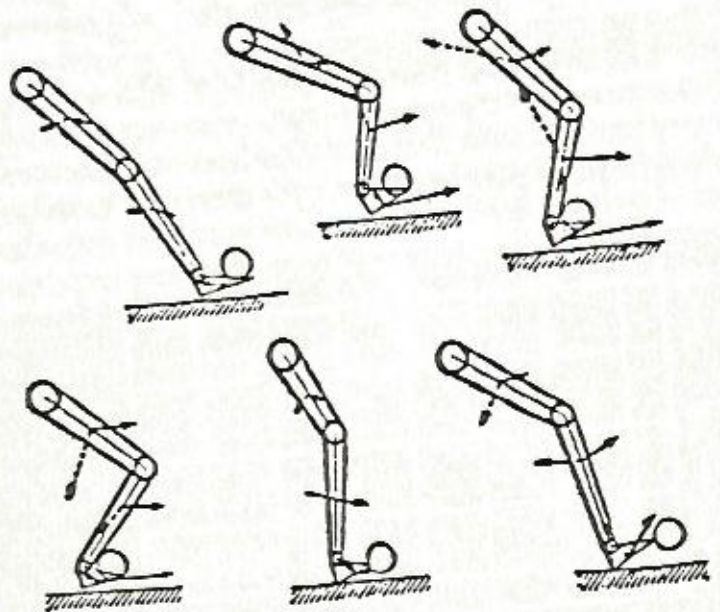
Το μέγεθος της μάζας που κτυπά την μπάλα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κριτήριο αποτελεσματικότητας της τεχνικής των κτυπημάτων (σουτ). Για το σκοπό αυτό και επειδή ο υπολογισμός της μάζας είναι κάπως σύνθετος,

μπορούμε να εκτιμούμε την αποτελεσματικότητα με τη σχέση:

$$\text{Αποτελεσματικότητα στο σουτ} = \frac{\text{ταχύτητα της μπάλας μετά του σουτ}}{\text{ταχύτητα του ποδιού μέχρι την επαφή της μπάλας}}$$

Ο δείκτης αυτός διαφέρει στις εκτελέσεις των σουτ, κυμαίνεται μέσα στα όρια του 1,20 και 1,65 και φυσικά εξαρτάται από το συνολικό σωματικό βάρος του ποδοσφαιριστή.

Η βιο-μηχανική ανάλυση του σουτ μπορεί να επεκταθεί και σε περισσότερες λεπτομέρειες, οι οποίες αφορούν τις επιμέρους παραλλαγές που χρησιμοποιούνται στη διάρκεια ενός αγώνα. Συγκεκριμένα, στις περιπτώσεις αυτές, με τη μέθοδο της κινηματογράφησης και της ανάλυσης, μπορούν να εξεταστούν τα ανύσματα της ταχύτητας και της δύναμης που έχουν τα σημεία εφαρμογής του κέντρου βάρους του μηρού, της κνήμης και του άκρου πόδα (σχήμα 6-40).



Σχήμα 6-40. Η θέση των επιμέρους μελών του ποδιού και τα ανύσματα της ταχύτητας και της δύναμης (Tshaidze et al 1987)
 α) κτύπημα της μπάλας ενώ βρίσκεται στον αέρα, β) κτύπημα με την εσωτερική πάνω πλευρά του ποδιού, γ) κτύπημα με την εξωτερική πάνω πλευρά του ποδιού, δ) κτύπημα με την εξωτερική πάνω πλευρά του ποδιού τρέχοντας, ε) κτύπημα με τα δάκτυλα των ποδιών και στ) δυνατό κτύπημα με τα δάκτυλα και μετά από φόρα.

Από τη λεπτομερειακή εξέταση του κάθε λακτίσματος, υποστηρίζεται η παραλλαγή (β) ως πιο αποτελεσματική, από την πλευρά της εφαρμοσμένης δύναμης (40 kg στο μηρό, 44 kg στην κνήμη και 18 kg στον άκρο πόδα). Καταλήγει η έρευνα αυτή στο συμπέρασμα πως στην τελική φάση του λακτίσματος θα πρέπει να δίνεται προσοχή ακόμη και στις μικρότερες δυνατές διορθώσεις, που είναι απαραίτητες για να εκτελεστεί ορθολογιστικά η βασική αυτή τεχνική κίνηση του ποδοσφαίρου.

Αντισφαίριση (Τένις)

Τα τελευταία χρόνια, η αντισφαίριση έχει εξελιχτεί σημαντικά κι αυτό οφείλεται, σε ένα μεγάλο βαθμό, στη συμβολή της Βιο-μηχανικής είτε με τις αναλύσεις και τους τρόπους βελτίωσης της τεχνικής των κινήσεων που προβάλλει, είτε με την προώθηση προτάσεων για τη βελτίωση της ρακέτας που χρησιμοποιούν οι αθλητές.

Με τις αναλύσεις πάνω στην τεχνική αυτού του αθλήματος, δίνονται οι δυνατότητες να αναδειχθούν οι μηχανικές αρχές των κρούσεων που πραγματοποιούνται κατά την επαφή της μπάλας και του πλέγματος της ρακέτας. Αυτές οι αρχές μπορούν να βοηθήσουν τόσο τον προπονητή, όσο και τον ίδιο τον αθλητή για:

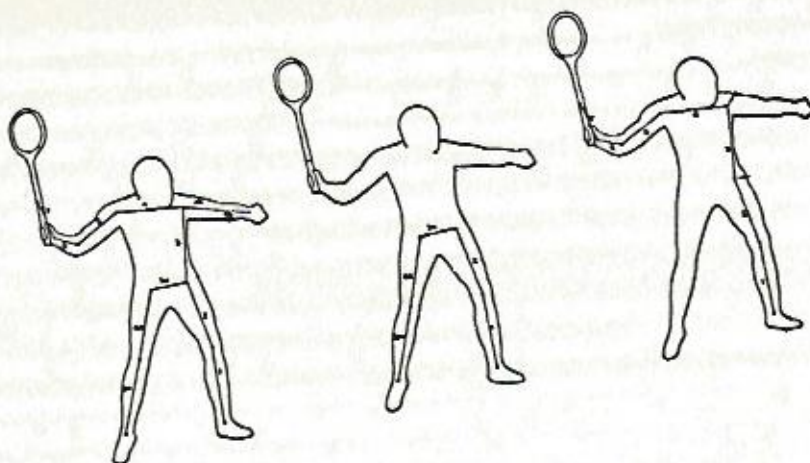
- να εντοπίσουν τα λάθη της τεχνικής και γενικά τις αδύνατες πλευρές,
- να καθορίσουν τις αιτίες που προκαλούν τα λάθη και τελικά
- να επιλέξουν τις κατάλληλες μεθόδους και τους τρόπους, προκειμένου να φθάσουν στην τελειοποίηση της προσπάθειας (Zaitsev 1980).

Οι βιο-μηχανικές έρευνες που εκπονούνται στα πλαίσια της τεχνικής των κινήσεων του τένις, αφορούν κυρίως αναλύσεις για το σερβίς, τα διάφορα κτυπήματα της μπάλας και σε ένα βαθμό, καλύπτουν πλευρές που έχουν σχέση με τη βελτίωση της κατασκευής της ίδιας της ρακέτας και του πλέγματος αυτής.

Ο αθλητής κρατώντας στο χέρι του τη ρακέτα, εξετάζεται σαν ένα κινητικό σύστημα, του οποίου η κατάληξή του στην μία πλευρά είναι η άκρη της ρακέτας (σχήμα 6-41). Η κινηματική ενότητα, που αποτελείται από το βραχίονα, πήχυ, άκρο χέρι και τη ρακέτα, μετατρέπεται σε μοχλό κρούσης, που η ταχύτητά του θα είναι μεγαλύτερη, όσο μεγαλύτερο είναι το μήκος του βραχίονα.

Για να σχολιάσουμε περισσότερο αναλυτικά τα σημεία που καθορίζουν την αποτελεσματικότητα του κάθε κτυπήματος, θα πρέπει να οριοθετήσουμε την αρχή και το τέλος κάθε κινητικής φάσης. Συγκεκριμένα, διακρίνουμε πέντε βασικές φάσεις:

- 1η - κίνηση-αίωρηση της ρακέτας προς τα πίσω,
- 2η - κίνηση της ρακέτας προς τα μπροστά με επιτάχυνση.



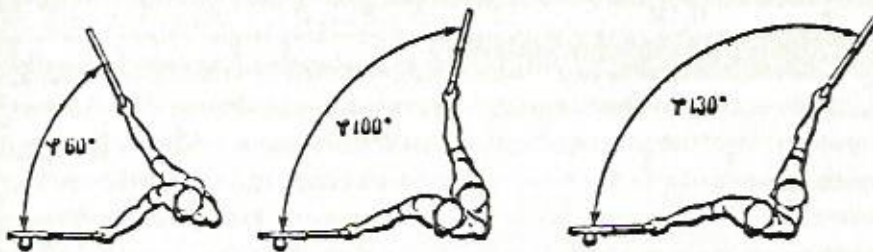
Σχήμα 6-41. Το κινητικό σύστημα αθλήτης-ρακέτα (Plagenhoef 1973)

- 3η - επαφή (αλληλεπίδραση) μεταξύ ρακέτας και μπάλας,
- 4η - επιβραδυνόμενη κίνηση της ρακέτας προς τα μπροστά και
- 5η - επιστροφή της ρακέτας στην αρχική θέση.

Η καθεμιά απ' αυτές τις φάσεις χαρακτηρίζεται με τον απαιτούμενο χρόνο και τη γωνία που σχηματίζει κάθε άρθρωση του χεριού και ιδιαίτερα του αγκώνα. Είναι βέβαιο πως όταν παρατηρηθούν λάθη στις αρχικές φάσεις του κτυπήματος και επηρεαστούν τα κινηματικά χαρακτηριστικά (χρόνος, γωνία, θέση κ.λπ.), θα μειωθεί ανάλογα και η αποτελεσματικότητά του, αφού τελικά αυτό καθορίζεται από την ταχύτητα της μπάλας, την ακρίβεια και την επιλογή της επιφάνειας που θα πέσει στο έδαφος (Zaitsev 1980).

Πάνω στην ταχύτητα πτήσης της μπάλας επιδρούν αρκετοί παράγοντες και ιδιαίτερα η ταχύτητα αιώρησης της ρακέτας μέχρι το τέλος της 3ης φάσης, το μέγεθος της εφαρμοσμένης δύναμης, η σταθερότητα του χεριού καθώς και η ίδια η κατασκευή της ρακέτας, του τλέγματος και της μπάλας. Για να μπορέσουν όμως οι παράγοντες αυτοί να βρεθούν σε κοινή συμφωνία, θα πρέπει από μεριάς του αθλητή να εφαρμοστεί η καλύτερη τεχνική. Και εννοούμε ακριβώς, τη σωστή και σταθερή τοποθέτηση των ποδιών του στο έδαφος, η οποία με τη σειρά της ορίζεται από τις ιδιαιτερότητες του κτυπήματος, δηλαδή τη διεύθυνση, το ύψος της τροχιάς και την περιστροφή που πρέπει να μεταδοθεί στην μπάλα.

Οι κινήσεις που εκτελεί ο αθλητής στην 1η φάση (προετοιμασίας) και οι οποίες χαρακτηρίζονται από μια περιστροφή του κορμού και μεταφορά του χεριού με τη ρακέτα για την αιώρηση, είναι στενά συνδεδεμένες με την αναγκαιότητα που υπάρχει να αυξηθεί το κινησιακό πλάτος αυτής. Με άλλα λόγια, το κινησιακό πλάτος της ρακέτας εξαρτάται από το μέγεθος της γωνίας περιστροφής των άνω άκρων του αθλητή, από την έκταση του χεριού στην ωμική άρθρωση και από την ακτίνα περιστροφής (σχήμα 6-42).



Σχήμα 6-42. Το κινησιακό πλάτος της ρακέτας σε οριζόντιο επίπεδο και σε διαφορετικές εκτελέσεις κτύπημάτων (Zaitsev 1980)
α) κτύπημα στον αέρα, β) αποδέκτης μεταβίβασης και γ) κτύπημα με άλμα

Επίσης σ' αυτή τη φάση, ο αθλητής προετοιμάζει το μυϊκό του σύστημα για να δεχθεί στη συνέχεια την ισχυρή κρούση και να ανταπεξέλθει στο κτύπημα της μπάλας. Η διάρκεια αυτής της φάσης κυμαίνεται από 0,45 μέχρι 0,55 sec.

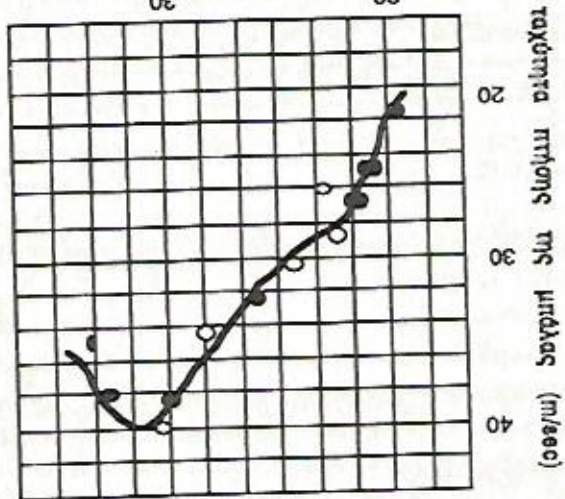
Στη 2η φάση (επιτάχυνσης), η κινηματική ενότητα χέρι-ρακέτα κινείται με μεγάλη ταχύτητα και επομένως διαθέτει τη μεγαλύτερη κινητική ενέργεια. Ο χρόνος διάρκειας αυτής δεν ξεπερνά τα 0,40 sec και προς το τέλος της φάσης τίθεται σε ετοιμότητα ο μεγαλύτερος αριθμός μυϊκών ομάδων (π.χ. ο δελτοειδής, δικέφαλος βραχιόνιος, μείζων θωρακικός, κ.λπ.), που καθορίζουν την κίνηση της άρθρωσης του αγκώνα.

Η 3η φάση (κτύπημα της μπάλας) είναι οριακή για το μέγεθος και τη διεύθυνση της ταχύτητας πτήσης που θα δοθεί στην μπάλα. Μέσα σε χρόνο 0,005-0,010 sec, που διαρκεί η επαφή ρακέτας και μπάλας, πραγματοποιείται παραμόρφωση τόσο της μπάλας όσο και του πλέγματος. Ταυτόχρονα, εκδηλώνεται η αρνητική επιτάχυνση και ταχύτητα της μπάλας, ενώ ελαττώνεται σχετικά η ταχύτητα της ρακέτας. Συγκεκριμένα, η ταχύτητα της μπάλας και της ρακέτας πριν και μετά την επαφή φαίνεται να παρουσιάζουν σημαντικές διακυμάνσεις, όπως τουλάχιστον διαπιστώνουμε και από τα δεδομένα του πίνακα 6-29.

Πίνακας 6-29. Ταχύτητα της ημάδας και της πακέτας πριν (u1) και μετά (u2) το κτύπημα σε διαφορετικές εκτάσεις (Zajtsen 1980)

είδος κτυπήματος	u1 ταχύτητα της ημάδας (m/sec)	u2 ταχύτητα της πακέτας (m/sec)	u1 35.3	u2 40.5
ελεύθερη μεταβίβαση	0	55	33.4	35.3
κτύπημα με δάμα	-4.43	25.7	33.4	14.3
ανοδέκτης μεταβίβασης	-8.0	28.2	33.4	14.3
κτύπημα στον αέρα	-16.1	34.7	38.4	20.0

Επίσης, πρέπει να υπογραμμισουμε πως η ταχύτητα πτήσης της ημάδας πρέπει να υπολογισουμε πως η ταχύτητα πτήσης της ημάδας με την ταχύτητα της πακέτας δεν εξαρτώνται ευθύγραμμα. Όπως παρατηρούμε και στο σχήμα 6-43, υπάρχει μια σημαντική διακύμανση σ' αυτή την εξάρτηση και μετά από κάποιο ορισμένο σημείο (πάνω από 35 m/sec ταχύτητα της πακέτας), η εξάρτηση τείνει να γίνει σπηρτική, δηλαδή με την αύξηση της ταχύτητας της πακέτας να επιβραδύνεται και η μείωση της ταχύτητας της ημάδας.



Σχήμα 6-43. Εξάρτηση μεταξύ ταχύτητας της πακέτας και ημάδας (βεδομένα Bartonets)

Αυτό δείχνει ότι η ημάδα (δηλαδή, χέρι-πακέτα) που έρχεται σε κρούση με την ημάδα δεν είναι σταθερή. Για παράδειγμα, εάν κάποιος αθλητής εκτελεί το κτύπημα κερτινώντας τον καρπό, τότε στην ημάδα θα εναρμονιστεί τόσο η ημάδα της πακέτας, όσο και του άκρου χεριού. Εάν όμως, η σπληνική

του κτυπήματος, το χέρι σταθεροποιηθεί δραστήρια από τους ανταγωνιστές μύες και δημιουργήσει μ' αυτό τον τρόπο ένα στερεό σώμα, τότε σ' αυτή την αλληλεπίδραση θα συμμετέχει ολόκληρη η μάζα της κινητικής ενότητας του άνω άκρου (Donskoi and Zatsiorsky 1979).

Στην 4η φάση (επιβράδυνσης) ο αθλητής προσπαθεί να μειώσει την ταχύτητα κίνησης της ρακέτας στο ελάχιστο. Σ' αυτό ακριβώς το σημείο συμβάλλει η αντίθετη σε διεύθυνση κίνηση των ποδιών και των άλλων μελών του σώματος υποβοηθούμενη ακόμη και από την ενεργοποίηση των μυών της ράχης.

Τέλος, ο αθλητής στην 5η φάση θα πρέπει γρήγορα να επαναφέρει τη ρακέτα στην αρχική θέση και χωρίς καθυστέρηση να ετοιμαστεί για την επόμενη εκτέλεση του κτυπήματος.

Στους βασικούς παράγοντες, που παίζουν καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση της αποτελεσματικής τεχνικής στο τένις, πρέπει να αναφέρουμε:

- _ την ανάπτυξη των ειδικών φυσικών ικανοτήτων στους αθλητές, όπως δηλαδή τη δύναμη, την ταχύτητα, την αντοχή και την ευκαμψία,
- _ τη βελτίωση της κατασκευής της ρακέτας και ειδικότερα του πλέγματος, όπου μπορεί να αυξηθεί η δύναμη ελαστικής παραμόρφωσης και σαν αποτέλεσμα αυτού να αυξηθεί η επιτάχυνση της μπάλας μετά την κρούση,
- _ την εξασφάλιση "γρήγορων" γηπέδων, όπου ο συντελεστής τριβής πρέπει να είναι ελάχιστος (από 0,27-0,58), έτσι ώστε να επιδεικνύεται η τέλεια τεχνική σε σταθερές συνθήκες για όλους τους αθλητές (Gorinenskaia et al 1984),
- _ την αποφυγή τραυματικών καταστάσεων σε σημεία του σώματος που καταπονούνται ιδιαίτερα λόγω των ειδικών κινήσεων. Συγκεκριμένη συμβολή στην ελαχιστοποίηση αυτών των τραυματισμών, μπορεί να δώσει η Βιο-μηχανική με την πιο αποδοτική πρόταση - εφαρμογή για την κατασκευή ειδικών αθλητικών παπουτσιών (Luethi et al 1989, Nigg et al 1986) και τέλος
- _ τη βελτίωση της τακτικής σκέψης και προετοιμασίας του αθλητή με σκοπό ο ίδιος να επιλέγει τις πιο αποτελεσματικές δραστηριότητες σε κάθε αγωνιστική κατάσταση, να διατηρεί τη ψυχραιμία του, να κυριαρχεί και να πλεονεκτεί σε αποφασιστικά σημεία του αγώνα.

Γυμναστική

Η Γυμναστική χαρακτηρίζεται ως άθλημα με αρκετά σύνθετες κινήσεις, οι οποίες εκτελούνται σε σταθερές συνθήκες και, με βάση τις δυσκολίες των προγραμμάτων, των συνδυασμών και την ποιότητα αυτών, μπορεί να εκτιμηθεί η προσπάθεια του αθλητή και της αθλήτριας. Ειδικά, τα δύο βασικά είδη της Γυμναστικής, η Ενόργανη και η Ρυθμική Αγωνιστική (Ρ.Α.Γ)