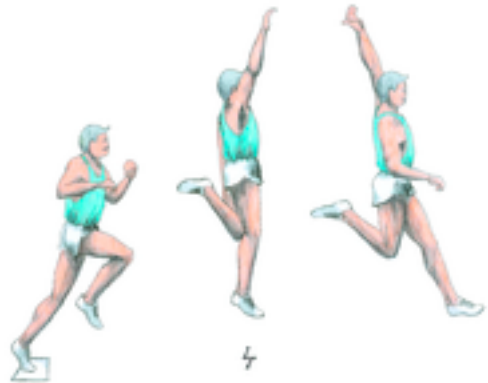


Βασικά Στοιχεία Τεχνικής Εκτέλεσης και Προπονητικής των Αλμάτων Κλασικού Αθλητισμού



Εισαγωγή

Μέρος 1^ο: Βασικά στοιχεία Μηχανικής που αφορούν στην τεχνική εκτέλεση των Αλμάτων

Μέρος 2^ο: Τεχνική και Βιομηχανική ανάλυση των Αλμάτων Κλασικού Αθλητισμού

Μέρος 3^ο: Σχεδιασμός και δόμηση της προπόνησης στα άλματα Κλασικού Αθλητισμού

Εισαγωγή

Η διδασκαλία, η εκμάθηση, η αφομοίωση και η τελειοποίηση της τεχνικής εκτέλεσης, όπως επίσης η βελτίωση της επίδοσης στα άλματα του Κλασικού Αθλητισμού απαιτούν αφενός τις απαραίτητες αρχές και ειδικές γνώσεις που αφορούν στην Αθλητική Επιστήμη (Μηχανική, Βιομηχανική, Κινησιολογία, Φυσιολογία, Αθλητική Ψυχολογία, κ.ά) και αφετέρου τις απαραίτητες γνώσεις που αφορούν στις αρχές της προπονητικής.

Οι γνώσεις αυτές είναι απαραίτητες για τον προπονητή και το δάσκαλο Φυσικής Αγωγής, δεδομένου ότι η αξιοποίησή τους συμβάλλει στην αποτελεσματική καθοδήγηση της προπονητικής διαδικασίας, στην επιτυχημένη διδασκαλία της τεχνικής και στη βελτίωση της επίδοσης των αθλητών/τριών ή μαθητών/τριών τους.

Για την επιτυχημένη εκμάθηση, αφομοίωση και τελειοποίηση της τεχνικής θεωρούνται απαραίτητες οι βασικές γνώσεις της επιστήμης της Βιομηχανικής. Κορυφαίοι επιστήμονες – ερευνητές της βιομηχανικής, όπως είναι οι Dyson, Ecker, Hay και Darpena, επισημαίνουν το σημαντικό ρόλο που διαδραματίζει η επιστήμη της Βιομηχανικής στην προπονητική των αθλημάτων, έχουν παροτρύνει πολλούς ερευνητές να διεξάγουν βιομηχανικές αναλύσεις σε επίσημους μεγάλους αγώνες, όπως οι Ολυμπιακοί Αγώνες και τα Παγκόσμια Πρωταθλήματα. Στις βιομηχανικές αυτές αναλύσεις αναδεικνύονται όλα τα απαραίτητα στοιχεία που απαιτούνται για την επιτυχημένη εκτέλεση του άλματος και την επίτευξη της μέγιστης επίδοσης. Στην εποχή μας, πάρα πολλοί προπονητές λαμβάνουν υπ' όψιν τους τα δεδομένα από βιομηχανικές αναλύσεις, προκειμένου να βελτιώνουν στοιχεία της τεχνικής των αθλητών και αθλητριών τους.

Οι προπονητές είναι επίσης απαραίτητο να έχουν βασικές γνώσεις των αθλητικών επιστημών, όπως η Εργοφυσιολογία, η Αθλητική Ψυχολογία κ.ά., ώστε να καταρτίζουν προπονητικά προγράμματα προσαρμοσμένα ανάλογα με την ηλικία, το φύλο, τις δυνατότητες και τις αδυναμίες των αθλητών και αθλητριών και να προβαίνουν έγκαιρα σε διόρθωση/προσαρμογή τού προπονητικού προγράμματος, όταν αυτό κρίνεται αναγκαίο.

Οι βασικές αυτές γνώσεις, σε συνδυασμό με τις εμπειρίες τους, υποβοηθούν τους προπονητές στο:

1. να εξετάζουν και να αναλύουν την τεχνική εκτέλεση του άλματος, επισημαίνοντας τις αιτίες από τις οποίες προέρχονται τα σφάλματα
2. να δομούν σωστά την προπόνηση και να επιλέγουν τα κατάλληλα μέσα και μεθόδους για:
 - I. τη σωστή εκμάθηση, αφομοίωση και τελειοποίηση της τεχνικής εκτέλεσης των αλμάτων
 - II. τη βελτίωση των φυσικών ικανοτήτων.

Επιπλέον, η γνώση των εφαρμοσμένων αθλητικών επιστημών δίνει τη δυνατότητα στους προπονητές για εποικοδομητική συνεργασία με ειδικούς επιστήμονες - ερευνητές. Με τη συνεργασία αυτήν αναπτύσσονται περαιτέρω οι δυνατότητες των αθλητών και η εφαρμοσμένη έρευνα στα άλματα του Κλασικού Αθλητισμού.

Μέρος 1^ο: Βασικά στοιχεία Μηχανικής που αφορούν στην τεχνική εκτέλεση των Αλμάτων

Βασικά στοιχεία Μηχανικής που αφορούν στην εκμάθηση, αφομοίωση και τελειοποίηση της τεχνικής εκτέλεσης των Αλμάτων Κλασικού Αθλητισμού

Για την ανάλυση και περιγραφή της τεχνικής εκτέλεσης ενός άλματος, καθώς και τη βελτίωση της επίδοσης στα άλματα Κλασικού Αθλητισμού είναι απαραίτητο να γνωρίζει ο προπονητής βασικά στοιχεία της Μηχανικής που αφορούν στην κίνηση.

Κίνηση

Κίνηση είναι η μεταβολή της θέσης ή της στάσης του σώματος. Η κίνηση ενός σώματος προκαλείται από μια δύναμη που επενεργεί σ' αυτό και έχει ως αποτέλεσμα τη μεταβολή της ταχύτητας του (**επιτάχυνση ή επιβράδυνση**). Στις εκτελέσεις των κινήσεων ενός άλματος, οι κινητήριες δυνάμεις προέρχονται από τις μυϊκές συστολές που πραγματοποιούνται στη φάση φόρας και στη φάση στήριξης - ώθησης, η οποία αποτελεί το μηχανισμό εκτέλεσης του άλματος. Επειδή η κίνηση αποτελεί βασικό παράγοντα στην εκτέλεση της τεχνικής τού άλματος, ο προπονητής και ο αθλητής επιβάλλεται να γνωρίζουν τους νόμους που διέπουν την κίνηση.

Ο Ισαάκ Νεύτων (1642 - 1727) ήταν ο επιστήμονας που περιέγραψε τους τρεις βασικούς νόμους της κίνησης, οι οποίοι αποτελούν τη βάση της Μηχανικής. Οι νόμοι αυτοί περιγράφουν τη σχέση μεταξύ των δυνάμεων που ασκούνται σ' ένα σώμα και της κίνησης που προκύπτει εξαιτίας αυτών των δυνάμεων. Οι δυνάμεις αυτές μεταβάλλουν την κινητική κατάσταση ενός σώματος και επομένως έχουν άμεση εφαρμογή στα άλματα.

Πρώτος νόμος κίνησης του Νεύτωνα

Ο Νεύτων στον πρώτο νόμο της κίνησης αναφέρει ότι:

Κάθε σώμα συνεχίζει να διατελεί σε κατάσταση ηρεμίας ή κίνησης (ευθύγραμμης ή γωνιακής), εκτός αν εξαναγκαστεί να μεταβάλει την κατάσταση αυτή από εξωτερικές δυνάμεις, που επενεργούν σ' αυτό.

Ο συγκεκριμένος νόμος ονομάστηκε *πρώτος νόμος της κίνησης* ή *νόμος της αδράνειας*.

Για να κατανοήσουμε αυτόν το νόμο, είναι απαραίτητο να εξηγήσουμε την έννοια του όρου **αδράνεια**. **Αδράνεια** είναι η τάση που έχει ένα σώμα να διατηρεί την κινητική του κατάσταση αμετάβλητη, δηλαδή αν βρίσκεται σε κίνηση να συνεχίσει να κινείται ή αν βρίσκεται σε ηρεμία να παραμένει ακίνητο. Η αδράνεια σχετίζεται άμεσα με τη **μάζα** του σώματος. Όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα, τόσο μεγαλύτερη είναι και η αντίσταση του σώματος στη μεταβολή της κινητικής του κατάστασης. Κατά την περιστροφική (γωνιακή) κίνηση του σώματος η αντίσταση στη μεταβολή της κινητικής κατάστασης ενός σώματος εξαρτάται από τη ροπή αδράνειας.

Ροπή αδράνειας είναι η ιδιότητα ενός σώματος να αντιστέκεται στις μεταβολές της περιστροφικής του κίνησης. Η ροπή αδράνειας δεν εξαρτάται μόνο από τη μάζα του σώματος αλλά και από την κατανομή της μάζας αυτής γύρω από τον άξονα περιστροφής. Η ροπή αδράνειας υπολογίζεται με τον εξής μαθηματικό τύπο:

$$I_a = mk_a^2$$

όπου:

I_a = ροπή αδράνειας γύρω από άξονα a

m = μάζα σώματος,

k_a = ακτίνα περιστροφής γύρω από άξονα a

Κατά τη διάρκεια ενός άλματος, οι κινήσεις των μελών τού σώματος μπορούν να μεταβάλλουν την κατανομή της μάζας γύρω από τον άξονα περιστροφής, μεταβάλλοντας έτσι τόσο τη ροπή αδράνειας, όσο και την περιστροφική ταχύτητα γύρω

από τον άξονα αυτόν. Για παράδειγμα, κατά την εκτέλεση της φάσης πτήσης στο άλμα σε μήκος, το μέγεθος της ταχύτητας, με την οποία περιστρέφεται το σώμα του άλτη προς τα εμπρός γύρω από το κέντρο βάρους του, επηρεάζεται από τη θέση των άκρων μελών του σώματός του. Αν ο άλτης απομακρύνει τα άκρα μέλη του σώματός του από το κέντρο βάρους του σώματος, τότε αυξάνεται η απόστασή τους από τον άξονα περιστροφής, οπότε παρατηρείται αύξηση της ροπής αδράνειας και μείωση της ταχύτητας περιστροφής του σώματός του προς τα εμπρός (Εικόνα 1α).

Αντίθετα, κατά την προσγείωση, η μετακίνηση των άκρων μελών του σώματος προς το κέντρο βάρους του σώματος μειώνει την απόστασή τους από τον άξονα περιστροφής, οπότε παρατηρείται μείωση της ροπής αδράνειας και αύξηση της περιστροφικής ταχύτητας (Εικόνα 1β).

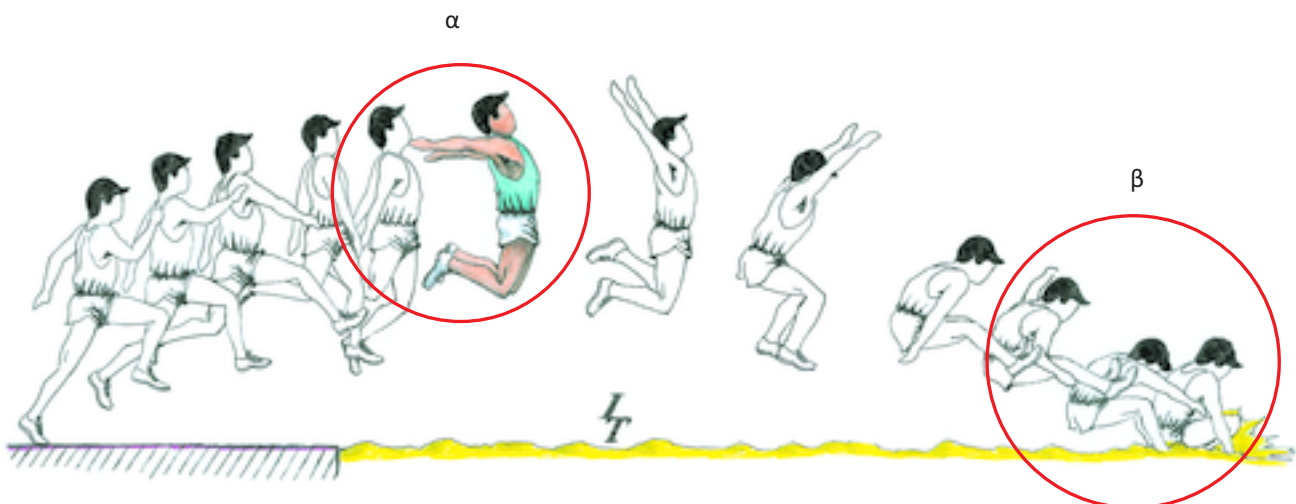
Δεύτερος νόμος κίνησης του Νεύτωνα

Ο Νεύτων στο δεύτερο νόμο του για την κίνηση επισημαίνει ότι:

Η μεταβολή της ταχύτητας (επιτάχυνση) ενός σώματος είναι ανάλογη με τη δύναμη που ασκείται σ' αυτό και αντιστρόφως ανάλογη με τη μάζα του σώματος.

$$F = ma$$

όπου: m = μάζα σώματος
 a = επιτάχυνση



Εικόνα 1: «Κινήσεις χεριών και ποδιών κατά την εκτέλεση της πτήσης στο άλμα σε μήκος: (α) μεγάλη ροπή αδράνειας-μικρή περιστροφική ταχύτητα, (β) μικρή ροπή αδράνειας-μεγάλη περιστροφική ταχύτητα.

Ο νόμος αυτός ονομάζεται νόμος της επιτάχυνσης. Επιτάχυνση σημαίνει μεταβολή της ταχύτητας ενός σώματος στη μονάδα του χρόνου. Η μεταβολή της ταχύτητας διακρίνεται σε θετική και αρνητική. Θετική έχουμε όταν αυξάνεται η ταχύτητα (επιτάχυνση), ενώ αρνητική όταν αυτή μειώνεται (επιβράδυνση).

Επίσης, ο νόμος αυτός επισημαίνει ότι η ταχύτητα του σώματος μεταβάλλεται μόνο όταν επενεργεί σ' αυτό μια δύναμη. Η επιτάχυνση ή η επιβράδυνση που προκαλείται είναι ανάλογη με την κατεύθυνση και το μέγεθος της δύναμης.

Τρίτος νόμος κίνησης του Νεύτωνα

Ο τρίτος νόμος κίνησης ονομάζεται «νόμος δράσης και αντίδρασης».

Ο νόμος αυτός διατυπώνεται ως εξής:

Για κάθε δύναμη, η οποία ασκείται από ένα σώμα σε ένα άλλο, αντιστοιχεί μια ίση και αντίθετη δύναμη που ασκείται σ' αυτό.

Η εφαρμογή του νόμου αυτού παρατηρείται σε όλες τις φάσεις του άλματος όπου αναφερόμαστε στη δύναμη αντίδρασης του εδάφους. Η κίνηση του σώματος προκαλείται από τη δύναμη αντίδρασης του εδάφους η οποία είναι ίση και αντίθετη με τη δύναμη που ασκεί ο άλτης στο έδαφος.

Η δύναμη αντίδρασης του εδάφους αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την εκτέλεση του άλματος.

Όσο μεγαλύτερη είναι η κατακόρυφη δύναμη που ασκείται προς το έδαφος,

- I. τόσο πιο πολύ ανυψώνεται το Κ.Β του σώματος με αποτέλεσμα
- II. να αυξάνεται ο χρόνος πτήσης και να επιτυγχάνεται μεγαλύτερο άλμα.

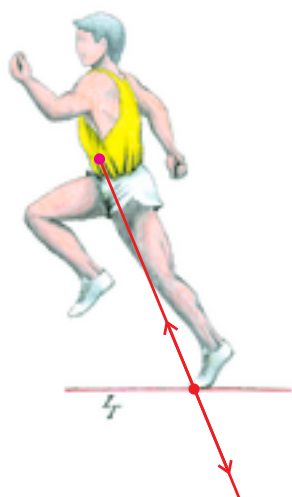
Η δύναμη που ο αλτης ασκεί προς το έδαφος αυξάνεται με την αιώρηση των μελών τού σώματός του. Η κίνηση των χεριών και του ποδιού αιώρησης προς τα εμπρός και επάνω, συντελεί στο να αυξάνεται η δύναμη αντίδρασης του εδάφους (Εικόνα 3).

Η μέτρηση της δύναμης αντίδρασης του εδάφους γίνεται με ειδικό όργανο, που ονομάζεται δυναμοδάπεδο. Με το όργανο αυτό μετριέται η δύναμη αντίδρασης του εδάφους σε τρεις κατευθύνσεις:

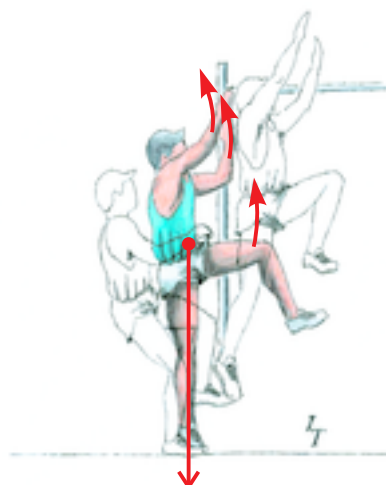
- την κατακόρυφη (προς τα επάνω)
- την οριζόντια (προς τα εμπρός και προς τα πίσω) και
- την εγκάρσια (από τη μια πλευρά στην άλλη).

Κατά τη διάρκεια της φάσης της φόρας, ο αλτης ωθεί προς τα κάτω και πίσω το έδαφος, ασκώντας, έτσι δύναμη επί του εδάφους. Συγχρόνως, το έδαφος ασκεί στον αθλητή ίση δύναμη, αλλά προς αντίθετη κατεύθυνση, με αποτέλεσμα το σώμα του να κατευθύνεται προς τα εμπρός και επάνω (Εικόνα 2).

Κατά τη διάρκεια της φάσης στήριξης - ώθησης, όταν ο αλτης ασκεί δύναμη στο έδαφος, τότε συγχρόνως το έδαφος ασκεί ίση και αντίθετη δύναμη προς αυτόν (Εικόνα 3).

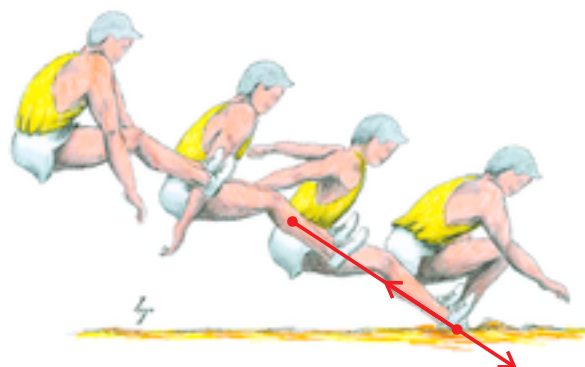


Εικόνα 2: Δυνάμεις δράσης και αντίδρασης του εδάφους κατά το τρέξιμο της φάσης φόρας



Εικόνα 3: Δυνάμεις δράσης και αντίδρασης του εδάφους κατά την εκτέλεση της φάσης στήριξης - ώθησης

Κατά τη διάρκεια της φάσης προσγείωσης, στα οριζόντια άλματα (άλμα σε μήκος και τριπλούν), παρατηρείται η δύναμη πρόσκρουσης και η δύναμη αντίδρασης του εδάφους (Εικόνα 4).



Εικόνα 4: Δυνάμεις δράσης και αντίδρασης του εδάφους κατά την εκτέλεση της φάσης προσγείωσης

Περιγραφή και εξέταση της κίνησης

Για την περιγραφή και εξέταση της κίνησης χρησιμοποιούνται η κινηματική και κινητική ανάλυση.

Κινηματική ανάλυση

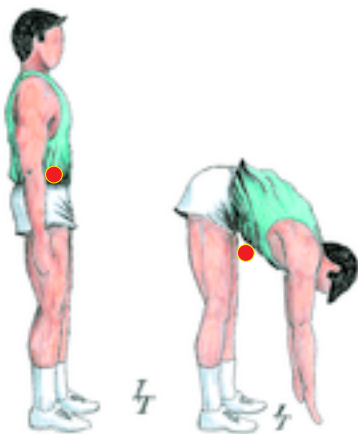
Η κινηματική ανάλυση αφορά στην περιγραφή της κίνησης ενός σώματος (ταχύτητα, επιτάχυνση κ.ά). Για την κινηματική ανάλυση και περιγραφή της κίνησης χρησιμοποιείται το κέντρο βάρους του σώματος.

Κέντρο βάρους

Το **κέντρο βάρους (Κ.Β.) του ανθρώπινου σώματος** είναι το σημείο που μπορεί να θεωρηθεί ότι βρίσκεται συγκεντρωμένη όλη η μάζα του και εφαρμόζεται η δύναμη τής βαρύτητας. Η θέση του κέντρου βάρους εξαρτάται από τη μάζα του σώματος και την κατανομή της (δηλ. τη θέση των μελών του σώματος). Κατά συνέπεια, το Κ.Β. μπορεί να βρίσκεται μέσα ή έξω από το σώμα, ανάλογα με τη θέση των μελών του.

Στην όρθια θέση το Κ.Β. του σώματος του ανθρώπου βρίσκεται σε ένα σημείο, στο μέσο του σώματος, λίγο πιο κάτω από τον ομφαλό και περίπου στο 55% του σωματικού του ύψους (Εικόνα 5). Το ακριβές σημείο του διαφέρει ελαφρώς από άτομο σε άτομο. Οι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τη θέση του είναι η μάζα και το μήκος των μελών του σώματος, καθώς και η στάση του σώματος.

Κατά μέσο όρο, το Κ.Β. του ανθρώπινου σώματος βρίσκεται πιο υψηλά στους εφήβους απ' ό,τι στα παιδιά, όπως και στους άνδρες σε σύγκριση με τις γυναίκες. Τούτο οφείλεται στο αποτέλεσμα της μεταβολής των αναλογιών του σώματός τους και στην εξέλιξη της ηλικίας τους.



Εικόνα 5: Σημείο Κ.Β. του σώματος

Σε ορισμένες περιπτώσεις, κατά την εκτέλεση της τεχνικής των αλμάτων, το Κ.Β. βρίσκεται εκτός του σώματος. **Για παράδειγμα:**

1. κατά την εκτέλεση των κατακόρυφων αλμάτων (άλμα σε ύψος και άλμα επί κοντώ) και συγκεκριμένα, τη στιγμή περάσματος του πήχη όταν εκτελείται μεγάλη κάμψη ή έκταση του σώματος (μεγάλο τόξο), τότε το Κ.Β. του άλτη είναι εκτός του σώματός του (Εικόνα 6α & β).

2. κατά την εκτέλεση των οριζόντιων αλμάτων (άλμα σε μήκος και άλμα τριπλούν), κατά τη στιγμή της έναρξης της προσγείωσης όταν παρατηρείται μεγάλη κάμψη (δίπλωση του σώματος), τότε το Κ.Β. του άλτη είναι εκτός του σώματός του (Εικόνα 6γ).

Μορφές κίνησης

Η κίνηση διαχωρίζεται σε:

1. γραμμική και καμπυλόγραμμη
2. γωνιακή ή περιστροφική

Γραμμική και καμπυλόγραμμη κίνηση

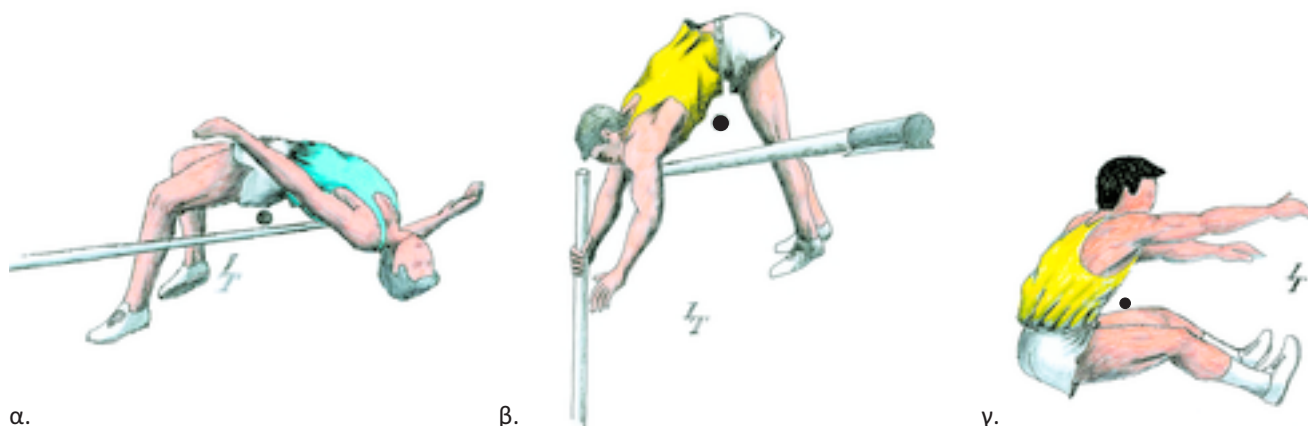
Η **γραμμική κίνηση** αποτελεί κίνηση στην οποία το κέντρο βάρους του σώματος μετακινείται σε ευθεία γραμμή. Καμπυλόγραμμη κίνηση έχουμε όταν το κέντρο βάρους μετακινείται σε καμπύλη αντί για ευθεία τροχιά. Κατά συνέπεια, η διαφορά ανάμεσα στην καμπυλόγραμμη και την ευθύγραμμη μετακίνηση έγκειται στο ότι η τροχιά που ακολουθείται από τα μέλη του σώματος και το κέντρο βάρους είναι σε καμπύλη.

Γωνιακή ή περιστροφική κίνηση

Η **γωνιακή ή περιστροφική κίνηση** είναι η κίνηση κατά την οποία το σώμα εκτελεί περιστροφή γύρω από έναν άξονα, ο οποίος μπορεί να βρίσκεται μέσα στο σώμα ή να περιστρέφεται γύρω από ένα σημείο στήριξης. Κατά τη διάρκεια της κίνησης αυτής το σώμα μετακινείται σε κύκλο ή μέρος του κύκλου, γύρω από έναν άξονα.

Γωνιακές κινήσεις εκτελούνται γύρω από όλες τις αρθρώσεις, οι οποίες λειτουργούν ως άξονες. Όπως για παράδειγμα, ο βραχίονας περιστρέφεται γύρω από την άρθρωση του ώμου και η κνήμη περιστρέφεται γύρω από την άρθρωση του γονάτου. Μορφές γωνιακής κίνησης αποτελούν οι κινήσεις περιστροφής, στροφής και αιώρησης. Περιστροφική κίνηση προκαλείται όταν η δύναμη που ασκείται στο σώμα δεν διαπερνά το Κ.Β. του σώματος. Όσο πιο μακριά από το Κ.Β. του σώματος βρίσκεται το σημείο ενέργειας της δύναμης, τόσο πιο εύκολα περιστρέφεται το σώμα.

Στα άλματα παρατηρούνται και οι δύο μορφές κίνησης, δηλαδή η γραμμική και καμπυλόγραμμη (π.χ. φάση φόρας και φάση πτήσης στο άλμα σε μήκος) και η περιστροφική (π.χ. αιώρηση του σώματος γύρω από τη λαβή στο άλμα επί κοντώ).



Εικόνα 6 (α, β & γ): Θέση του Κ.Β. του σώματος σε χαρακτηριστικές φάσεις της εκτέλεσης του άλματος σε ύψος (α), επί κοντώ (β) και μήκος (γ).

Χαρακτηριστικά στοιχεία της κίνησης

Χαρακτηριστικά στοιχεία της κίνησης είναι η **ταχύτητα** και η **επιτάχυνση**.

Η απόσταση, που ένα σώμα διανύει προς καθορισμένη κατεύθυνση και σε ορισμένη χρονική διάρκεια, καταδεικνύει την ταχύτητά του. Συνεπώς, η ταχύτητα ενός σώματος αποτελεί το πηλίκο που προκύπτει από τη διαίρεση της απόστασης την οποία διανύει το σώμα κατά την κίνησή του με τον αντίστοιχο χρόνο:

$$V = s/t$$

όπου:

V = ταχύτητα,

s = το μήκος της τροχιάς (η καλυπτόμενη απόσταση) και

t = ο χρόνος

Η ταχύτητα, ανάλογα με την κατεύθυνση της κίνησης του Κ.Β. του σώματος, διακρίνεται σε **ευθύγραμμη** και **γωνιακή**.

Ευθύγραμμη ταχύτητα

Ευθύγραμμη ταχύτητα είναι το διάστημα (απόσταση) που διανύει ένα σώμα σε ευθεία γραμμή στη μονάδα του χρόνου.

Γωνιακή ταχύτητα ή περιστροφική ταχύτητα

Ο όρος **γωνιακή ταχύτητα** ή **περιστροφική ταχύτητα** χρησιμοποιείται για την περιγραφή της ταχύτητας περιστροφής ενός σώματος. Η γωνιακή

ταχύτητα ορίζεται ως το μέγεθος της μεταβολής της γωνιακής μετατόπισης στη μονάδα του χρόνου.

Η γωνιακή ταχύτητα είναι η γωνία στροφής ενός σώματος γύρω από τον άξονα περιστροφής του στη μονάδα του χρόνου, π.χ. 30° σε 1 sec. Για τον προσδιορισμό της γωνιακής ταχύτητας χρησιμοποιείται ο εξής μαθηματικός τύπος:

$$\omega = \theta/t$$

όπου:

ω = γωνιακή ταχύτητα,

θ = γωνία στροφής και

t = χρόνος

Ορμή

Η ευθύγραμμη ταχύτητα της κίνησης ενός σώματος, σε συνδυασμό με τη μάζα του, αποτελούν στοιχεία που προσδιορίζουν την ορμή. Για τον προσδιορισμό της ορμής ενός σώματος χρησιμοποιείται ο εξής μαθηματικός τύπος:

$$p = mv$$

όπου:

p = ορμή,

m = μάζα και

v = ταχύτητα

Συμπέρασμα: Ο αθλητής αυξάνει την ορμή του, αυξάνοντας την ταχύτητά του.

Η γωνιακή ταχύτητα της κίνησης ενός σώματος, σε συνδυασμό με τη μάζα του και την κατανομή της μάζας του, προσδιορίζουν την **στροφορμή**.

Στροφορμή - γωνιακή ορμή

Η στροφορμή ενός σώματος καθορίζεται από το γινόμενο της μάζας του, της γωνιακής ταχύτητας και της κατανομής της μάζας του. Συνεπώς, στροφορμή είναι το γινόμενο της γωνιακής ταχύτητας επί τη ροπή αδράνειάς του. Αυτή υπολογίζεται με τον εξής μαθηματικό τύπο:

$$H_a = I_a \omega_a$$

όπου:

H_a = γωνιακή ορμή γύρω από άξονα a

I_a = ροπή αδράνειας γύρω από άξονα a

ω_a = περιστροφική (γωνιακή) ταχύτητα γύρω από άξονα a

Για τα άκαμπτα σώματα, οι μεταβολές της στροφορμής επηρεάζονται από τις μεταβολές μόνο της γωνιακής ταχύτητας, εξαιτίας του ότι η ροπή αδράνειας του άκαμπτου σώματος δεν μεταβάλλεται. Για τα μη άκαμπτα σώματα, οι μεταβολές της στροφορμής προέρχονται είτε από τις μεταβολές της γωνιακής ταχύτητας είτε τις μεταβολές της ροπής αδράνειας ή και των δύο. Στην περιστροφική κίνηση του ανθρώπινου σώματος, αν ορισμένα μέλη του σώματος περιστρέφονται με διαφορετικές γωνιακές ταχύτητες από τα άλλα μέλη του, τότε η στροφορμή του μέλους γύρω από το κέντρο βάρους του σώματος υπολογίζεται με τον εξής μαθηματικό τύπο:

$$H_a = I_i \omega_i + m_i r_{icg}^2 \omega_{icg}$$

όπου:

H_a = στροφορμή γύρω από άξονα που περνά διαμέσου του Κ.Β. του σώματος

I_i = ροπή αδράνειας του μέλους του σώματος i γύρω από το δικό του Κ.Β.

ω_i = γωνιακή ταχύτητα του μέλους του σώματος i

m_i = μάζα του μέλους του σώματος i

r_{icg} = απόσταση από το Κ.Β του σώματος i έως το Κ. Β. όλου του σώματος

ω_{icg} = γωνιακή ταχύτητα του μέλους του σώματος i γύρω από το Κ.Β. όλου του σώματος.

Προκειμένου να υπολογιστεί η στροφορμή (γωνιακή ορμή) ολόκληρου του σώματος, όταν τα μέλη του κινούνται με διαφορετικές γωνιακές ταχύτητες, όπως για παράδειγμα στη φάση πτήσης στο άλμα σε μήκος, χρησιμοποιείται ο εξής μαθηματικός τύπος:

$$H = (I\omega)_{\delta, \chi\epsilon\rho\iota} + (I\omega)_{\alpha, \chi\epsilon\rho\iota} + (I\omega)_{\delta, \pi\acute{o}\delta\iota} + (I\omega)_{\alpha, \pi\acute{o}\delta\iota} + (I\omega)_{\kappa\omicron\rho\mu\acute{o}\varsigma}$$

όπου:

H = στροφορμή γύρω από τον άξονα που περνά μέσα από το Κ.Β. του σώματος

I = ροπή αδράνειας του μέλους του σώματος γύρω από το Κ.Β. όλου του σώματος

ω = γωνιακή ταχύτητα του μέλους του σώματος

δ . χέρι, α . χέρι, δ . πόδι, α . πόδι: δεξί και αριστερό χέρι και πόδι.

Στροφορμή ανθρώπινου σώματος

Η ροπή αδράνειας του ανθρώπινου σώματος μεταβάλλεται ανάλογα με την αλλαγή των θέσεων των άκρων του, με αποτέλεσμα να μεταβάλλεται ανάλογα η περιστροφική (γωνιακή) του ταχύτητα. Για παράδειγμα, κατά την εκτέλεση της φάσης στήριξης – ώθησης, το σώμα του αθλητή αποκτά στροφορμή, η οποία δεν μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της πτήσης. Μπορεί όμως να μεταβάλλει την περιστροφική ταχύτητα του σώματός του, αλλάζοντας τη θέση των μελών του σώματος του κατά την πτήση. Η απομάκρυνση των μελών του αθλητή από το κέντρο περιστροφής (Κ.Β. του σώματος), όπως συμβαίνει στη φάση πτήσης κατά την εκτέλεση εκτατικού άλματος σε μήκος, έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της ροπής αδράνειας και τη μείωση της περιστροφικής ταχύτητας του σώματος προς τα εμπρός.

Κινητική ανάλυση

Η κινητική ανάλυση αφορά στη μελέτη της αιτίας της κίνησης, δηλαδή των δυνάμεων που την προκαλούν ή την περιορίζουν.

Δύναμη

Η δύναμη συνδέεται στενά με την κίνηση. Ως **δύναμη** ορίζεται η ώθηση ή η έλξη που ένα σώμα ασκεί σε ένα άλλο, με αποτέλεσμα να αλλάζει η κινητική του κατάσταση.

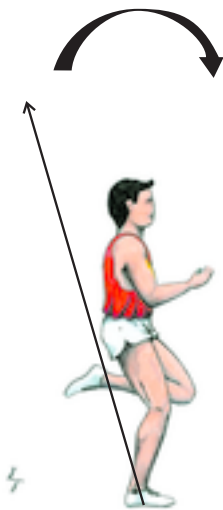
Παράγοντες που επηρεάζουν την αύξηση ή την αποτελεσματικότητα της δύναμης είναι:

- η κατεύθυνση της δύναμης,
- το σημείο όπου ασκείται η δύναμη,
- η χρονική διάρκεια κατά την οποία ασκείται η δύναμη.

Έκκεντρη δύναμη

Η περιστροφική κίνηση του σώματος προκαλείται από μια δύναμη, η οποία ονομάζεται έκκεντρη δύναμη.

Έκκεντρη δύναμη έχουμε, όταν η κατεύθυνση της δύναμης αντίδρασης του εδάφους δεν διέρχεται μέσα από το Κ.Β του σώματος. Επακόλουθο αυτής είναι να προκαλείται περιστροφή του σώματος γύρω από το Κ.Β. του σώματος κατά την ολοκλήρωση της φάσης στήριξης - ώθησης. Αντίθετα, όταν η δύναμη διέρχεται μέσα από το Κ.Β του σώματος, τότε δεν προκαλείται περιστροφή (Εικόνα 7), έχοντας ως επακόλουθο ο αθλητής να κινείται κατευθείαν προς την κατεύθυνση της δύναμης. Στην περίπτωση που η δύναμη ασκείται κατακόρυφα, όπως συμβαίνει στο κατακόρυφο άλμα, τότε ο αθλητής θα προσγειωθεί στην ίδια ακριβώς θέση με αυτήν που είχε κατά την ώθηση - απογείωση.



Εικόνα 7. Επίδραση έκκεντρης δύναμης κατά τη φάση στήριξης-ώθησης.

Με την έκκεντρη δύναμη προκαλείται περιστροφική ορμή (στροφορμή), ενώ μειώνεται η αποτελεσματικότητα της δύναμης. Συνεπώς, η αύξηση της έκκεντρης δύναμης επιφέρει μεγαλύτερη περιστροφική ορμή γύρω από το Κ.Β του σώματος (άξονα) και μείωση στην αποτελεσματικότητα της δύναμης. Επακόλουθο της μείωσης αυτής είναι η επίτευξη μικρότερου ύψους ή απόστασης κατά την εκτέλεση του άλματος.

Ροπή της δύναμης

Ροπή της δύναμης καλείται η τάση που έχει μια δύναμη να περιστρέφει ένα σώμα, στο οποίο επενεργεί, γύρω από τον άξονα περιστροφής του. Η ροπή προσδιορίζεται από το γινόμενο της δύναμης επί την κάθετη απόσταση ανάμεσα στη γραμμή ενέργειάς της και του άξονα περιστροφής.

Κατά την εκτέλεση ενός άλματος, άξονας περιστροφής μπορεί να είναι:

- I. **το σημείο στήριξης**, όπως κατά την εκτέλεση της φάσης της στήριξης - ώθησης και
- II. **το Κ.Β του σώματος**, όπως κατά την εκτέλεση της φάσης της πτήσης.

Κεντρομόλος και φυγόκεντρος δύναμη

Κεντρομόλος δύναμη είναι η δύναμη με την οποία το σώμα έλκεται προς τον άξονα γύρω από τον οποίο περιστρέφεται, όταν ακολουθεί μια κυκλική πορεία. Η κατεύθυνση της κεντρομόλου δύναμης είναι πάντα σε ορθή γωνία σε σχέση με την ταχύτητα του σώματος. Συνεπώς, κεντρομόλος είναι η δύναμη η οποία εξαναγκάζει ένα σώμα να κινηθεί (περιστραφεί) γύρω από έναν άξονα. Η δύναμη αυτή σε ορισμένες δραστηριότητες υποβοηθά στην εκτέλεση μιας κινητικής δεξιότητας, ενώ σε άλλες αποβαίνει εμπόδιο το οποίο επιβάλλεται να αντιμετωπιστεί.

Όταν ένα σώμα κινείται σε κυκλική τροχιά, η κεντρομόλος δύναμη αντισταθμίζεται με μια άλλη δύναμη η οποία γίνεται αισθητή ως «φαινομενική» δύναμη και ονομάζεται φυγόκεντρος δύναμη. Η δύναμη αυτή μοιάζει να έλκει το σώμα ώστε να φύγει από την κυκλική του τροχιά και οφείλεται στην αδράνεια του σώματος (δηλ. στην τάση που έχει το σώμα να συνεχίζει να κινείται σε ευθεία αντί σε καμπύλη κατεύθυνση). Η φυγόκεντρος δύναμη είναι ίση και αντίθετη της κεντρομόλου, η οποία θεωρείται και η πραγματική δύναμη που εξαναγκάζει το σώμα να κινηθεί σε κυκλική τροχιά.

Η αίσθηση της φυγόκεντρος δύναμης μεγαλώνει με την αύξηση της ταχύτητας, του σωματικού βάρους και της κεντρομόλου δύναμης, ενώ αντίθετα στη μείωσή της συντείνει η αύξηση της ακτίνας της τροχιάς κίνησης.

Κατά την εκτέλεση ενός άλματος, η συμμετοχή της κεντρομόλου και φυγόκεντρης δύναμης παρατηρείται στις ακόλουθες περιπτώσεις:

- **στο τρέξιμο της φόρας στο άλμα σε ύψος (Flor).** Ο αλτης στο μεγαλύτερο μέρος της φόρας του τρέχει σε καμπύλη τροχιά. Κατά τη διάρκεια του τρεξίματός του, το σώμα του συνεχίζει να κινείται προς μια κατεύθυνση που εφάπτεται στην καμπύλη της φόρας του
- **στην εκτέλεση του άλματος επί κοντώ** και συγκεκριμένα κατά την αιώρηση του σώματος προς τα επάνω. Η *κίνηση του σώματος του αλτή*, μετατρέπεται από ευθύγραμμη σε εκκρεμοειδή κίνηση αιώρησης προς τα επάνω σε τόξο. Κατά τη μετατροπή αυτήν αναπτύσσεται *κεντρομόλος δύναμη*, η οποία κατευθύνεται από το σημείο της λαβής προς το σώμα του αλτή και συντείνει στο λύγισμα του κονταριού.

Απορρόφηση της δύναμης

Η *απορρόφηση της δύναμης* παρατηρείται κατά τη διάρκεια της πρόσκρουσης με το έδαφος (προσγείωσης του αθλητή). Η «σφοδρότητα» της πρόσκρουσης εξαρτάται από τη μάζα και την ταχύτητα του σώματος (ορμή), καθώς και το βαθμό υποχωρητικότητας της επιφάνειας πρόσκρουσης. Στη φάση της προσγείωσης στο άλμα σε μήκος, η δύναμη που εφαρμόζεται στα πόδια του αθλητή εξαρτάται από την ορμή που έχει το σώμα του (ταχύτητα επί τη μάζα του σώματός του). Όμως, ο αθλητής μπορεί να μειώσει αυτήν τη δύναμη πρόσκρουσης, «κατανέμοντάς» τη σε μεγαλύτερο χρόνο, σύμφωνα με τη σχέση που συνδέει την ορμή με τη δύναμη:

Σύμφωνα με τη σχέση αυτή, αφού η μεταβολή της ορμής είναι συγκεκριμένη, τότε η αύξηση του χρόνου προσγείωσης θα έχει ως αποτέλεσμα την αντίστοιχη μείωση της δύναμης πρόσκρουσης. Η σταδιακή κάμψη των αρθρώσεων του ισχίου και του γονάτου υποβοηθά στην κατανομή της δύναμης σε μεγαλύτερο χρόνο κατά τη διάρκεια της φάσης προσγείωσης, ενώ η απορρόφηση της δύναμης κατά την προσγείωση γίνεται με την έκκεντρη σύσπαση των μυών των κάτω άκρων. Οι ενέργειες αυτές αυξάνουν τον χρόνο προσγείωσης, μειώνοντας έτσι τη δύναμη πρόσκρουσης (Εικόνα 8).



Εικόνα 8: Απορρόφηση της δύναμης με το λύγισμα των ποδιών κατά τη φάση προσγείωσης

Μηχανικό έργο και ενέργεια

Σε κάθε σωματική - αθλητική κίνηση εκτελείται μηχανικό έργο και παράγεται ενέργεια. Το έργο και η ενέργεια είναι δύο στοιχεία τα οποία σχετίζονται στενά μεταξύ τους.

Έργο

Το έργο αποτελεί παράγωγο της δύναμης και της απόστασης της μετατόπισης στην κατεύθυνση που αυτή η δύναμη ενεργεί.

Το έργο προσδιορίζεται από τον τύπο:

$$W = Fd$$

όπου:

W = το έργο που επιτελείται, έχοντας ως μονάδα μέτρησης το Newton meter (Nm) ή Joule (J),

F = η δύναμη που ασκείται προς την κατεύθυνση της κίνησης, έχοντας ως μονάδα μέτρησης το Newton (N) και

d = η απόσταση στην οποία ενεργεί η δύναμη, έχοντας ως μονάδα μέτρησης το μέτρο (m).

Γνωρίζοντας τη δύναμη και την απόσταση στην οποία ενεργεί η δύναμη, δίνεται η δυνατότητα για τον υπολογισμό του έργου που επιτελείται.

Ενέργεια

Ο όρος *ενέργεια* χρησιμοποιείται ευρύτατα στην αθλητική κίνηση. Ως ενέργεια ορίζεται η ικανότητα που έχει το σώμα ώστε να παράγει έργο. Ανάλογα με το έργο που επιτελεί το σώμα προσδιορίζεται η αύξηση ή η μείωση της ενέργειάς του.

Μηχανική ενέργεια

Η **μηχανική ενέργεια** είναι το άθροισμα της κινητικής και δυναμικής ενέργειας. *Κινητική ενέργεια* είναι αυτή που οφείλεται στην κίνηση του σώματος, ενώ αντίθετα *δυναμική* είναι εκείνη που οφείλεται στη θέση του σώματος. Οι μεταβολές της ενέργειας που επισυμβαίνουν σε κάθε σώμα όταν αυτό βρίσκεται σε πτήση στον αέρα, όπως επίσης η σταθεροποίησή της ανάγονται στο νόμο «διατήρησης της μηχανικής ενέργειας». Στο νόμο αυτόν αναφέρεται το εξής:

«Όταν η βαρύτητα είναι η μοναδική εξωτερική δύναμη που ενεργεί στο σώμα, τότε η μηχανική ενέργεια του σώματος αποβαίνει σταθερή».

Κατά συνέπεια, όταν ένα σώμα βρίσκεται σε πτήση, όπου οι επιδράσεις της αντίστασης του αέρα δεν είναι σημαντικές, τότε το σύνολο της κινητικής και δυναμικής ενέργειας του σώματος αποβαίνει σταθερό.

Κινητική ενέργεια

Κινητική ενέργεια ονομάζεται η *ενέργεια την οποία έχει ένα σώμα, όταν αυτό διατελεί σε κίνηση*. Η ενέργεια αυτή έχει χαρακτηριστικά στοιχεία μετακίνησης ή περιστροφής. Η ικανότητα, που έχει ένα σώμα να επιτελεί έργο κατά τη διάρκεια της κίνησής του, καθορίζει την κινητική του ενέργεια. Η κινητική ενέργεια ενός σώματος εξαρτάται από τη μάζα του και την ταχύτητά του. Συνεπώς, όσο μεγαλύτερη μάζα έχει το σώμα, καθώς και όσο πιο γρήγορα κινείται, τόσο μεγαλύτερη αποβαίνει η δυνατότητά του να παράγει έργο. Η κινητική ενέργεια ενός σώματος σε ευθύγραμμη κίνηση προσδιορίζεται με τον εξής μαθηματικό τύπο:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

όπου:

E_k = η κινητική ενέργεια, έχοντας ως μονάδα μέτρησης το Joule,

m = η μάζα του σώματος, έχοντας ως μονάδα μέτρησης το Kg και

v = η ταχύτητα με την οποία κινείται το σώμα, έχοντας ως μονάδα μέτρησης το ms^{-1} .

Σημείωση: Η κινητική ενέργεια στην τεχνική εκτέλεση των αλμάτων αποκτάται κατά τη διάρκεια τρεξίματος στη φάση φόρας.

Η κινητική ενέργεια ενός σώματος σε περιστροφική κίνηση προσδιορίζεται με τον εξής μαθηματικό τύπο:

$$E_k = \frac{1}{2}I\omega^2$$

όπου:

E_k = η κινητική ενέργεια, έχοντας ως μονάδα μέτρησης το Joule

I = η ροπή αδράνειας του σώματος, έχοντας ως μονάδα μέτρησης το $kg \cdot m^2$ και

ω = η γωνιακή ταχύτητα με την οποία κινείται το σώμα, έχοντας ως μονάδα μέτρησης το $rad \cdot s^{-1}$.

Δυναμική ενέργεια

Δυναμική ενέργεια είναι η ενέργεια που οφείλεται στη θέση του σώματος σε σχέση με τη γη. Η δυναμική ενέργεια έλξης της βαρύτητας ενός σώματος σχετίζεται με το βάρος του σώματος και την ανύψωσή του ή το ύψος που βρίσκεται επάνω από την επιφάνεια της γης. Η δυναμική ενέργεια υπολογίζεται με τον εξής μαθηματικό τύπο:

$$E_p = mgh$$

όπου:

E_p = δυναμική ενέργεια, έχοντας ως μονάδα μέτρησης το Joule

m = μάζα του σώματος, έχοντας ως μονάδα μέτρησης το Kg

g = επιτάχυνση που οφείλεται στην έλξη της βαρύτητας = $9.81 ms^{-2}$ και

h = ύψος του σώματος επάνω από το έδαφος, έχοντας ως μονάδα μέτρησης το m .

Συνεπώς, δυναμική ενέργεια είναι η *ενέργεια της μάζας ενός σώματος, η οποία διατηρείται σ' αυτό εξαιτίας της θέσης του*. Με την ενέργεια αυτήν το σώμα έχει τη δυνατότητα να επιτελεί κάποιο έργο. Το ποσό της *δυναμικής ενέργειας* που έχει ένα σώμα προσδιορίζεται με τον πολλαπλασιασμό του βάρους του, δηλαδή τη **δύναμη**, και του ύψους του επάνω από την επιφάνεια της γης, δηλαδή την **απόσταση**. Επομένως, ένας αθλητής κατέχει *δυναμική ενέργεια* όταν βρίσκεται σε ύψος, δηλαδή επάνω από την επιφάνεια της γης. Όσο μεγαλύτερο ύψος και βάρος αυτός έχει, τόσο μεγαλύτερη *δυναμική ενέργεια* κατέχει.



Ο «νόμος διατήρησης της μηχανικής ενέργειας» ορίζει ότι **το άθροισμα της κινητικής και δυναμικής ενέργειας ενός συστήματος παραμένει σταθερό όταν δεν ενεργούν επάνω του εξωτερικές δυνάμεις.**

Ο νόμος αυτός εφαρμόζεται στα άλματα του Κλασικού αθλητισμού, όπου ένα μέρος της κινητικής ενέργειας που έχει το σώμα του άλτη κατά την απογείωση μετατρέπεται σε δυναμική, μέχρι αυτός να φτάσει στο υψηλότερο σημείο του άλματός του. Στη συνέχεια, η δυναμική αυτή ενέργεια μετατρέπεται πάλι σε κινητική μέχρι ο άλτης να προσγειωθεί στο έδαφος ή στο στρώμα.

Ελαστική ενέργεια

Η *ελαστική ενέργεια* αποτελεί μια άλλη μορφή δυναμικής ενέργειας, η οποία αποθηκεύεται σε ένα υλικό εξαιτίας της παραμόρφωσής του από εξωτερικές δυνάμεις. Ένα σώμα μπορεί να κατέχει ελαστική (*αποθηκευμένη*) ενέργεια, όταν έχει την ικανότητα να αλλάζει μορφή και στη συνέχεια να επιστρέφει στην αρχική του μορφή. Αν η επιφάνεια ή το αθλητικό όργανο που χρησιμοποιείται για την εκτέλεση μιας κίνησης έχει ελαστικότητα, τότε ένα μέρος της δύναμης η οποία προκαλεί το λύγισμα ή τη συμπίεση αποθηκεύεται στιγμιαία ως ελαστική ενέργεια. Η ποσότητα της ενέργειας εξαρτάται από το βαθμό παραμόρφωσης του σώματος και συνδέεται με την ικανότητα που αυτό έχει να επανέρχεται στην κανονική του μορφή.

Όπως για παράδειγμα, το κοντάρι το οποίο χρησιμοποιείται για την εκτέλεση του άλματος επί κοντώ. Όταν το ελαστικό κοντάρι λυγίζει, τότε αποθηκεύεται ενέργεια σε αυτό. Η ενέργεια αυτή υπολογίζεται με τον εξής μαθηματικό τύπο:

$$U = \frac{1}{2} k \Delta x^2$$

όπου:

U = ελαστική ενέργεια, έχοντας ως μονάδα μέτρησης το Joule

k = σταθερά της ελαστικότητας του υλικού

Δx = μεταβολή του μήκους ή αλλοίωση της μορφής του σώματος

Επίσης, οι μύες αποθηκεύουν ελαστική ενέργεια,

όταν εκτελούν πλειομετρική συστολή και διατείνονται εξαιτίας εξωτερικής δύναμης. Αυτό παρατηρείται κατά τη διάρκεια εκτέλεσης της φάσης στήριξης - ώθησης ενός άλματος, όπου το πόδι ώθησης:

- στη φάση της τοποθέτησης τοποθετείται σχεδόν τεντωμένο
- στη φάση απόσβεσης λυγίζει στο γόνατο, οπότε διατείνονται οι εκτείνοντες του ισχίου, του γονάτου και της ποδοκνημικής και έτσι αποθηκεύεται σε αυτούς ελαστική ενέργεια, ενώ
- στη φάση ανύψωσης, μέρος αυτής της ελαστικής ενέργειας μεταβάλλεται σε κινητική προκειμένου να εκτοξεύσει το σώμα προς τα εμπρός και επάνω.

Ρυθμός

Η επιτυχημένη εκτέλεση της αθλητικής κίνησης επηρεάζεται έντονα από τον ρυθμό εκτέλεσής της.

Κάθε κίνηση εκτελείται με καθορισμένο ρυθμό. Για τον προσδιορισμό του ρυθμού μετριέται ο χρόνος εκτέλεσης των συστατικών μερών της κίνησης. Το μέγεθος του ρυθμού είναι ατομικό, εξαρτάται από τα **σωματικά χαρακτηριστικά** (σωματικό ύψος, σωματικό βάρος, μήκος των άκρων, κινητικότητα στις αρθρώσεις, κ.ά.), καθώς και από το επίπεδο ανάπτυξης των **φυσικών και τεχνικών ικανοτήτων**.

Στον Κλασικό Αθλητισμό, ιδιαίτερη σημασία για την τελειοποίηση του ρυθμού δίνεται στα τεχνικά αγωνίσματα, όπως είναι τα άλματα, οι ρίψεις, τα εμπόδια και τα sprint.

Ο ρυθμός σε όλα τα δρομικά αγωνίσματα καθορίζεται από τη σχέση της ταχύτητας με τον αριθμό διασκελισμών στις διάφορες αποστάσεις, ενώ στις ρίψεις από τη σχέση της ταχύτητας εκτέλεσης των ξεχωριστών μερών της κίνησης. **Στα άλματα** ο ρυθμός καθορίζεται από τη σχέση της ταχύτητας στα διάφορα μέρη της φάσηςφοράς και στα επιμέρους μέρη εκτέλεσης κάθε κίνησης.

Κατά τη χρησιμοποίηση νέας δομής του ρυθμού πρέπει να δίνεται προσοχή στις ατομικές ιδιομορφίες, επειδή παρατηρούνται διαφορές στη συσχέτιση των φυσικών ικανοτήτων και στις παραλλαγές εκτέλεσης των επιμέρους συστατικών μερών της κίνησης. Σε κάθε προπονητική ασχολία (προπόνηση) του ετήσιου κύκλου προπόνησης επιβάλλεται να τελειοποιούνται τα πρότυπα ρυθμού ξεχωριστά για κάθε αθλητή.

Μέρος 2^ο: Τεχνική και Βιομηχανική ανάλυση των αλμάτων Κλασικού Αθλητισμού



Για την επιτυχημένη εκτέλεση του άλματος απαιτούνται τα εξής βασικά στοιχεία:

1. η **οριζόντια ταχύτητα**, η οποία αναπτύσσεται κατά το κατάλληλο τρέξιμο της φάσης φόρας και είναι απαραίτητη για την επιτυχημένη εκτέλεση των άλλων φάσεων (φάσης στήριξης – ώθησης, φάση πτήσης και φάση προσγείωσης),
2. η **κατακόρυφη ταχύτητα**, η οποία αναπτύσσεται κατά την εκτέλεση της φάσης στήριξης – ώθησης και είναι απαραίτητη για την απογείωση του άλτη από το έδαφος,
3. η **περιστροφή του σώματος** προς τα εμπρός και η **στροφορμή**. Τα στοιχεία αυτά αποκτώνται ταυτόχρονα με την ανάπτυξη της κατακόρυφης ταχύτητας κατά την εκτέλεση της φάσης στήριξης – ώθησης.

Οι ενέργειες που επιτελούνται κατά τη διάρκεια εκτέλεσης της φάσης στήριξης - ώθησης επιφέρουν απώλεια της οριζόντιας ταχύτητας, η οποία συνδέεται με την ανάπτυξη της κατακόρυφης ταχύτητας. Η **σχέση** ανάμεσα στην οριζόντια ταχύτητα, που αποκτάται κατά τη διάρκεια τρεξίματος της φάσης φόρας και στην κατακόρυφη ταχύτητα, η οποία αναπτύσσεται κατά τη διάρκεια της φάσης στήριξης - ώθησης, καθορίζει την απόσταση του άλματος σε οριζόντια (μήκος) ή κατακόρυφη κατεύθυνση (ύψος).

Κατά τη διάρκεια της φάσης πτήσης, ο **άλτης του άλματος σε μήκος** μετακινεί τα μέλη του σώματός του, ώστε να λάβει την κατάλληλη θέση για την προσγείωση. Ο **άλτης του άλματος σε ύψος** επιδιώκει να αποκτήσει την κατάλληλη περιστροφική ορμή (στροφορμή) κατά την εκτέλεση της φάσης στήριξης - ώθησης, με σκοπό το σώμα του να λάβει την κατάλληλη θέση επάνω από τον πήχη. **Για τον άλτη του άλματος επί κοντώ** μόνο το τρέξιμο της φάσης φόρας και η εκτέλεση της φάσης στήριξης - ώθησης θεωρούνται χαρακτηριστικά στοιχεία του άλματος. Μετά τις φάσεις αυτές οι κινήσεις του άλτη συνδέονται με τις κινήσεις του κονταριού.

Η διάκριση των αλμάτων γίνεται με δύο τρόπους.

Στον πρώτο τρόπο τα άλματα διακρίνονται, ανάλογα με τη μέτρηση της οριζόντιας και κατακόρυφης απόστασης, σε οριζόντια και κατακόρυφα.

Οριζόντια άλματα είναι το άλμα σε μήκος και το άλμα τριπλούν και η απόστασή τους μετριέται οριζόντια, ενώ **κατακόρυφα** είναι το άλμα σε ύψος και το άλμα επί κοντώ και η απόστασή τους μετριέται κατακόρυφα.

Στο δεύτερο τρόπο τα άλματα διακρίνονται, ανάλογα με τον τρόπο εκτέλεσης της φάσης στήριξης - ώθησης, την κατεύθυνσή της και τα προκύπτοντα στοιχεία από την εκτέλεσή της, όπως είναι η απώλεια της οριζόντιας ταχύτητας, η ανάπτυξη της κατακόρυφης ταχύτητας και το εύρος της γωνίας απογείωσης, σε άλματα:

- **άλματα οριζόντιας μετατόπισης (προώθησης)**, τα οποία είναι το άλμα σε μήκος, το άλμα τριπλούν και το άλμα επί κοντώ. Στα άλματα αυτά η απώλεια της οριζόντιας ταχύτητας είναι μικρή, ενώ οι υψηλές επιδόσεις καθορίζονται από την οριζόντια ταχύτητα. Κατά την ολοκλήρωση της φάσης στήριξης - ώθησης παρατηρείται μεγάλη οριζόντια ταχύτητα και σημαντικά μικρότερη κατακόρυφη ταχύτητα, έχοντας ως επακόλουθο το σχηματισμό μικρής γωνίας απογείωσης και
- **άλματα κατακόρυφης μετατόπισης (ανύψωσης)** που είναι το άλμα σε ύψος. Αν και στην τεχνική του άλματος σε ύψος (flop) χρησιμοποιείται σχετικά μεγάλη οριζόντια ταχύτητα φόρας, εντούτοις καθοριστικός παράγοντας παραμένει η κατακόρυφη ταχύτητα που αναπτύσσεται κατά τη διάρκεια της φάσης στήριξης - ώθησης. Κατά την ολοκλήρωση της φάσης στήριξης - ώθησης παρατηρείται μεγαλύτερη κατακόρυφη ταχύτητα σε σχέση με την οριζόντια, έχοντας ως επακόλουθο τον σχηματισμό γωνίας απογείωσης μεγαλύτερης των 45°.

Locatelli (1987)

Για τη διδασκαλία, την εκμάθηση, την αφομοίωση και την τελειοποίηση της τεχνικής του άλματος, καθώς και τη βιομηχανική ανάλυση του άλματος χρησιμοποιούνται τέσσερις φάσεις:

- η φάση της φόρας
- η φάση της στήριξης - ώθησης
- η φάση της πτήσης και
- η φάση της προσγειώσης.

Φάση φόρας

Σκοπός της φάσης φόρας είναι αφενός η ανάπτυξη της μέγιστης ελεγχόμενης ταχύτητας και αφετέρου ο συνδυασμός της με την κατάλληλη προετοιμασία για την ακριβή τοποθέτηση του ποδιού ώθησης στο σημείο ώθησης.

Για την επιτυχημένη εκτέλεση της φάσης φόρας επιβάλλεται να λαμβάνονται υπ' όψιν βασικά χαρακτηριστικά στοιχεία.

Βασικά χαρακτηριστικά της φάσης φόρας

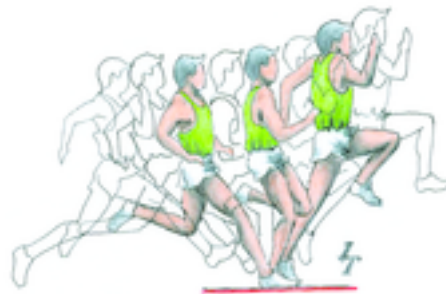
1. το μήκος της φόρας
2. η εκκίνηση
3. η οριζόντια ταχύτητα
4. ο τρόπος και ρυθμός ανάπτυξής της
5. η αλλαγή κατεύθυνσης (μόνο για το άλμα σε ύψος - flop)
6. τα σημεία ελέγχου και
7. η δομή του διασκελισμού (μήκος και συχνότητα)

Τα στοιχεία αυτά διαφοροποιούνται ανάλογα με το είδος του άλματος. Η λεπτομερής περιγραφή γίνεται στα επιμέρους κεφάλαια των αλμάτων.

Φάση στήριξης - ώθησης

Η φάση της *στήριξης - ώθησης* θεωρείται η πιο κρίσιμη από τις τέσσερις φάσεις για την επιτυχημένη εκτέλεση στα άλματα, εξαιτίας του ότι αποτελεί τον μηχανισμό όλου του άλματος. Η φάση αυτή αρχίζει από τη στιγμή που το πόδι ώθησης έρχεται σε επαφή με το έδαφος (προσγείωση) και τελειώνει τη στιγμή που αυτό σταματά την επαφή του με το έδαφος (απογείωση).

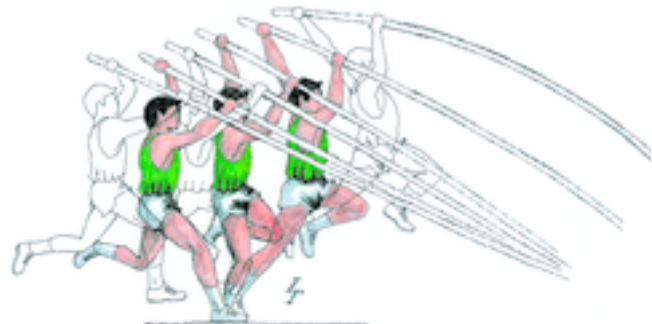
Η φάση της *στήριξης - ώθησης* (Εικόνα 9) εκτελείται σε τρεις συνεχόμενες επί μέρους φάσεις.



α



β



γ

Εικόνα 9: «Φάση στήριξης - ώθησης και επιμέρους φάσεις»

Επιμέρους φάσεις της φάσης στήριξης - ώθησης

- 1 φάση τοποθέτησης
- 2 φάση απόσβεσης και
- 3 φάση ανύψωσης

Οι φάσεις αυτές διαφέρουν ανάλογα με το είδος του άλματος ως προς:

1. το χρόνο διάρκειάς τους
2. τις θέσεις του σώματος
3. τη μείωση της οριζόντιας ταχύτητας
4. την ανάπτυξη της κατακόρυφης ταχύτητας

5. την απόκτηση της περιστροφής του σώματος προς τα εμπρός και της στροφορμής
6. τις γωνίες που σχηματίζονται.

Βασικά στοιχεία που καθορίζουν την επιτυχημένη εκτέλεση της φάσης στήριξης – ώθησης

Τα βασικά στοιχεία που καθορίζουν την επιτυχημένη εκτέλεση της φάσης στήριξης – ώθησης είναι τα εξής:

1. η οριζόντια ταχύτητα προσέγγισης
2. η γωνία τοποθέτησης του ποδιού ώθησης
3. το εύρος απόσβεσης στο γόνατο του ποδιού ώθησης - γωνία κάμψης του γονάτου
4. οι οριζόντιες και κατακόρυφες δυνάμεις α-ντίδρασης του εδάφους
5. ο χρόνος διάρκειας της φάσης στήριξης - ώθησης
6. η γωνία απογείωσης
7. η ταχύτητα απογείωσης
8. το ύψος απογείωσης
9. η περιστροφή του σώματος προς τα εμπρός και η στροφορμή
10. ο συνδυασμός και συγχρονισμός των αιωρούμενων μελών του σώματος

Οριζόντια ταχύτητα προσέγγισης

Η οριζόντια ταχύτητα προσέγγισης αποκτάται κατά τη διάρκεια τρεξίματος της φάσης φόρας. Η ταχύτητα αυτή είναι μεγαλύτερη στο άλμα σε μήκος και στο άλμα τριπλούν και μικρότερη στο άλμα σε ύψος (Πίνακας 1). Το μέγεθος της οριζόντιας ταχύτητας συνδέεται με το μέγεθος της δύναμης που πρέπει να έχει το πόδι ώθησης ώστε αφενός να αντέξει και να μη λυγίσει και αφετέρου να αναπτυχθεί η μέγιστη δυνατή κατακόρυφη ταχύτητα.

Γωνία τοποθέτησης του ποδιού ώθησης

Η γωνία τοποθέτησης του ποδιού ώθησης σχηματίζεται από τη νοητή γραμμή που διέρχεται το οριζόντιο επίπεδο και τη νοητή γραμμή που διέρχεται την ποδοκνημική και το ισχίο. Η γωνία αυτή κυμαίνεται από 60° - 70° και διαφέρει ανάλογα με το είδος του άλματος (Πίνακας 2).

Επισημάνσεις

Η **μικρή γωνία τοποθέτησης** συνδέεται με την αύξηση του μεγέθους και του χρόνου ενέργειας των δυνάμεων που κατευθύνονται αντίθετα προς την κίνηση του σώματος. Επακόλουθο των παραπάνω είναι να αρχίζει η έκταση του ποδιού ώθησης πολύ νωρίς, τη στιγμή που το σώμα βρίσκεται ακόμα πίσω από το σημείο στήριξης και να προκαλούνται συγχρόνως μεγάλη γωνία απογείωσης, μεγάλο ύψος απογείωσης και μεγαλύτερες απώλειες οριζόντιας ταχύτητας.

Αντίθετα, η **μεγάλη γωνία τοποθέτησης** συνδέεται με τη μείωση του χρόνου ενέργειας των δυνάμεων και τη μείωση της «απόστασης πτήσης», λόγω μικρότερης κατακόρυφης ταχύτητας.

Πίνακας 1 Μέσες τιμές οριζόντιας ταχύτητας προσέγγισης στα άλματα Κλασικού Αθλητισμού

| | | Ταχύτητα φόρας (m·s ⁻¹) | Επίδοση (m) |
|----------------|----------|-------------------------------------|-------------|
| ΑΛΜΑ ΕΠΙ ΚΟΝΤΩ | ΑΝΔΡΕΣ | 9.3±0.2 | 5.80 |
| | ΓΥΝΑΙΚΕΣ | 8.2±0.1 | 4.75 |
| ΑΛΜΑ ΣΕ ΥΨΟΣ | ΑΝΔΡΕΣ | 8.0±0.1 | 2.34 |
| | ΓΥΝΑΙΚΕΣ | 7.0±0.1 | 2.02 |
| ΑΛΜΑ ΣΕ ΜΗΚΟΣ | ΑΝΔΡΕΣ | 10.7±0.3 | 8.26±0.09 |
| | ΓΥΝΑΙΚΕΣ | 9.4±0.1 | 6.64±0.14 |
| ΑΛΜΑ ΤΡΙΠΛΟΥΝ | ΑΝΔΡΕΣ | 10.4±0.3 | 17.46±0.28 |
| | ΓΥΝΑΙΚΕΣ | 9.1±0.3 | 14.58±0.31 |

Πίνακας 2

Γωνία τοποθέτησης του ποδιού ώθησης στα Άλματα Κλασικού Αθλητισμού

| | Γωνία τοποθέτησης ποδιού ώθησης (°) |
|----------------|-------------------------------------|
| ΑΛΜΑ ΕΠΙ ΚΟΝΤΩ | 65±3 |
| ΑΛΜΑ ΣΕ ΥΨΟΣ | 55±2 |
| ΑΛΜΑ ΣΕ ΜΗΚΟΣ | 65±3 |
| ΑΛΜΑ ΤΡΙΠΛΟΥΝ | 60-70 |

Η **γωνία τοποθέτησης** του ποδιού ώθησης, σε συνδυασμό με την ικανότητα αντίδρασής του κατά τη φάση της απόσβεσης στην κάμψη στις αρθρώσεις του γονάτου και του ισχίου, καθώς και η **«σκληρότητα»** (stiffness) του ποδιού ώθησης καθορίζουν τη διάρκεια και την κατεύθυνση των αναπτυσσόμενων δυνάμεων του άλτη κατά την εκτέλεση της φάσης στήριξης - ώθησης.

Η «σκληρότητα» του ποδιού ώθησης είναι σημαντική για τα άλματα και δείχνει την αντίσταση του μυϊκού συστήματος του κάτω άκρου στις δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους που τείνουν να το κάμψουν κατά τη φάση στήριξης ώθησης.

Η **«σκληρότητα»** (stiffness) του ποδιού ώθησης ορίζεται ως το πηλίκο της μέγιστης δύναμης αντίδρασης του εδάφους προς τη μείωση του μήκους του κάτω άκρου (λόγω κάμψης των αρθρώσεων του ισχίου και του γονάτου) στη φάση της στήριξης ώθησης. Όταν η δύναμη αντίδρασης του εδάφους είναι μεγάλη, τότε όσο λιγότερο κάμπτεται το πόδι ώθησης τόσο μεγαλύτερη θα είναι η «σκληρότητά» του (Knudson, 2007).

Εύρος απόσβεσης στο γόνατο του ποδιού ώθησης - γωνία κάμψης του γονάτου

Το γόνατο του ποδιού αιώρησης κάμπτεται κατά τη φάση στήριξης-ώθησης, εξαιτίας της μεγάλης επιβάρυνσης που δέχεται (6-10 φορές το βάρος του σώματος). Το εύρος της γωνίας κάμψης του γονάτου διαφέρει ανάλογα με το είδος του άλματος (Πίνακας 3).

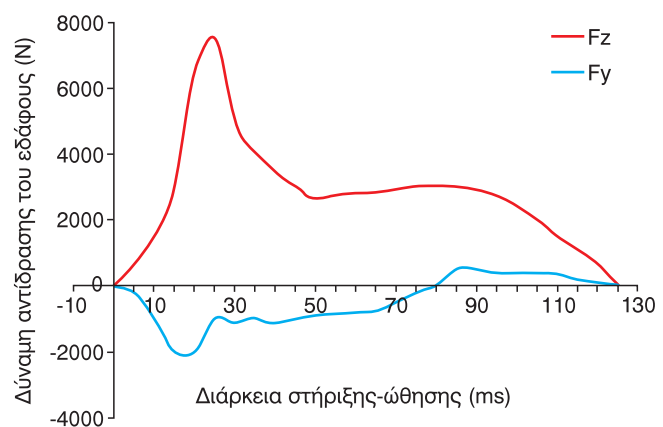
Πίνακας 3

Γωνία κάμψης του γονάτου του ποδιού ώθησης στα Άλματα Κλασικού Αθλητισμού

| | Γωνία κάμψης του γονάτου (°) |
|----------------|------------------------------|
| ΑΛΜΑ ΕΠΙ ΚΟΝΤΩ | 155±6 |
| ΑΛΜΑ ΣΕ ΥΨΟΣ | 143±8 |
| ΑΛΜΑ ΣΕ ΜΗΚΟΣ | 155±6 |
| ΑΛΜΑ ΤΡΙΠΛΟΥΝ | 135-145 |

Δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους

Η κατακόρυφη δύναμη αντίδρασης του εδάφους κορυφώνεται στη φάση τοποθέτησης, στη συνέχεια μειώνεται βαθμιαία και μηδενίζεται κατά την ολοκλήρωση της φάσης στήριξης - ώθησης (Σχήμα 1). Στην αύξηση της δύναμης αυτής συντείνουν οι κινήσεις των μελών αιώρησης (Seyfarth et al., 1999).



Σχήμα 1. Δύναμη αντίδρασης του εδάφους κατά τη διάρκεια της φάσης στήριξης-ώθησης στο άλμα σε μήκος. Fz: κατακόρυφη δύναμη αντίδρασης εδάφους Fy: οριζόντια (εμπρός-πίσω) δύναμη αντίδρασης εδάφους (προσαρμοσμένο από Seyfarth et al., 1999).

Η κατακόρυφη δύναμη αντίδρασης του εδάφους, η οποία κορυφώνεται στα πρώτα 30 ms, μπορεί να ξεπεράσει το δεκαπλάσιο του βάρους του σώματος, ενώ η οριζόντια δύναμη είναι σημαντικά μικρότερη και αρνητική (αντίθετη στην οριζόντια κίνηση του αθλητή) στο μεγαλύτερο μέρος της φάσης στήριξης - ώθησης. Μόνο στο τέλος της φάσης στήριξης-ώθησης το πόδι ώθησης εφαρμόζει θετική δύναμη προς την κατεύθυνση της κίνησης.

Η αύξηση της κατακόρυφης δύναμης αντίδρασης του εδάφους συνδέεται με την αύξηση της ορι-

ζόντιας ταχύτητας προσέγγισης. Όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα προσέγγισης, τόσο αυξάνεται και η κατακόρυφη δύναμη αντίδρασης του εδάφους. Η αλλαγή της κατεύθυνσης της κίνησης του άλτη στα άλματα, από οριζόντια σε κατακόρυφη, γίνεται με την εφαρμογή κατακόρυφης δύναμης από το πόδι ώθησης στο έδαφος. Η δύναμη αυτή εφαρμόζεται για όσο χρονικό διάστημα διαρκεί η φάση στήριξης - ώθησης και το μέγεθός της καθορίζει την κατακόρυφη ταχύτητα. Συγκεκριμένα, το γινόμενο της δύναμης επί το χρόνο που διαρκεί η φάση στήριξης - ώθησης (το οποίο στη φυσική ορίζεται ως «ώθηση δύναμης» ή impulse) καθορίζει τη μεταβολή της κατακόρυφης ταχύτητας του άλτη, σύμφωνα με τη σχέση:

Δύναμη x χρόνος εφαρμογής = μεταβολή στην ορμή (όπου ορμή: μάζα x ταχύτητα)

Συνεπώς, όσο μεγαλύτερο είναι το εμβαδό κάτω από την καμπύλη της κατακόρυφης δύναμης (Σχήμα 1), τόσο μεγαλύτερη θα είναι η μεταβολή της κατακόρυφης ταχύτητας, αφού η μάζα του αθλητή είναι σταθερή. Συνεπώς, ο αθλητής πρέπει να εφαρμόζει όσο το δυνατό μεγαλύτερες δυνάμεις στον περιορισμένο χρόνο που διαρκεί η φάση της στήριξης - ώθησης, προκειμένου να αναπτύσσει μεγάλη κατακόρυφη ταχύτητα. Στο άλμα σε ύψος, στο οποίο απαιτείται η ανάπτυξη μεγάλης κατακόρυφης ταχύτητας, η αύξηση του εμβαδού κάτω από την καμπύλη της κατακόρυφης δύναμης επιτυγχάνεται με τη μικρή αύξηση του χρόνου διάρκειας της φάσης στήριξης - ώθησης. Στην επίτευξη αυτήν υποβοηθά το χαμηλόμετρο του Κ.Β. του σώματος του αθλητή στην αρχή της φάσης στήριξης - ώθησης. Το χαμηλωμένο Κ.Β. του σώματος, κατά την έναρξη της φάσης στήριξης - ώθησης, συντείνει στη μεγαλύτερη διακύμανση της κίνησης, οπότε δίνεται η δυνατότητα να ασκούνται οι δυνάμεις στο έδαφος και να αναπτύσσεται πιο μεγάλη κατακόρυφη ταχύτητα.

Στην εκτέλεση της φάσης στήριξης - ώθησης, οι μύες που συμμετέχουν είναι:

- οι εκτεινόντες μύες των αρθρώσεων του ισχίου, του γονάτου και της ποδοκνημικής άρθρωσης του ποδιού ώθησης και
- οι καμπτήρες μύες του ισχίου του ποδιού αιώρησης και του βραχίονα

Κατά την εκτέλεση της φάσης στήριξης - ώθησης, οι μύες του ποδιού ώθησης ενεργούν:

- ισομετρικά στη φάση τοποθέτησης
- πλειομετρικά στη φάση απόσβεσης και
- μειομετρικά στη φάση ανύψωσης

ΣΥΝΟΨΗ

- Η κατακόρυφη δύναμη αντίδρασης του εδάφους κορυφώνεται στα πρώτα 30 ms της φάσης στήριξης - ώθησης και μπορεί να ξεπεράσει το δεκαπλάσιο του βάρους του σώματος.
- Όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα προσέγγισης, τόσο αυξάνεται και η κατακόρυφη δύναμη αντίδρασης του εδάφους.
- Η αύξηση της κατακόρυφης ταχύτητας συνδέεται με την αύξηση της κατακόρυφης δύναμης που ασκείται προς το έδαφος, καθώς και του χρόνου εφαρμογής της.

Χρόνος διάρκειας φάσης στήριξης - ώθησης

Ο χρόνος διάρκειας της φάσης στήριξης - ώθησης είναι πολύ μικρός κυμαίνεται από 0.1 έως 0.19 s και διαφέρει ανάλογα με το είδος του άλματος (Πίνακας 4).

Πίνακας 4

Διάρκεια φάσης στήριξης-ώθησης στα τέσσερα αγωνίσματα αλμάτων

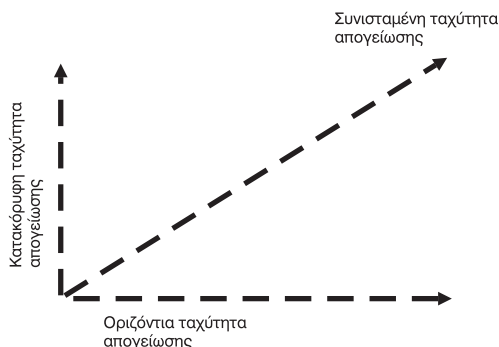
| | Γωνία τοποθέτησης ποδιού ώθησης (°) |
|----------------|-------------------------------------|
| ΑΛΜΑ ΕΠΙ ΚΟΝΤΩ | 0.13±0.02 |
| ΑΛΜΑ ΣΕ ΥΨΟΣ | 0.15±0.04 |
| ΑΛΜΑ ΣΕ ΜΗΚΟΣ | 0.12±0.02 |
| ΑΛΜΑ ΤΡΙΠΛΟΥΝ | 0.13-0.19 |

Γωνία απογείωσης

Η γωνία απογείωσης σχηματίζεται από:

- την ταχύτητα απογείωσης και
- το οριζόντιο επίπεδο που διέρχεται από το Κ.Β. του σώματος κατά την ολοκλήρωση της φάσης στήριξης - ώθησης (Σχήμα 2).

Το εύρος της γωνίας αυτής μεταβάλλεται ανάλογα με τη σχέση οριζόντιας και κατακόρυφης ταχύτητας, τη στιγμή της ολοκλήρωσης της φάσης στήριξης - ώθησης (Σχήμα 2). Η γωνία απογείωσης ποικίλλει ανάλογα με το είδος του άλματος, τις τεχνικές εκτέλεσής του και το επίπεδο επίδοσης του άλτη.



Σχήμα 2. Οριζόντια και κατακόρυφη συνιστώσα της ταχύτητας απογείωσης και ορισμός της γωνίας απογείωσης.

Θεωρητικά, η βέλτιστη γωνία απογείωσης για τη μεγιστοποίηση της οριζόντιας απόστασης σε ένα άλμα σε μήκος είναι η γωνία των 45° . Για να επιτευχθεί γωνία απογείωσης 45° θα πρέπει η κατακόρυφη και η οριζόντια ταχύτητα να είναι ίσες. Όμως στην πραγματικότητα αυτό δεν είναι εφικτό, εξαιτίας του ότι στο άλμα σε μήκος η οριζόντια ταχύτητα του άλτη είναι 2-3 φορές μεγαλύτερη από την κατακόρυφη ταχύτητα την οποία μπορεί να προσδώσει στο σώμα του τη στιγμή απογείωσης (Πίνακας 5). Συνεπώς, **στο άλμα σε μήκος**, η γωνία απογείωσης που επιτυγχάνεται είναι περίπου 19° , εξαιτίας του ότι η οριζόντια ταχύτητα είναι πολύ μεγαλύτερη από την κατακόρυφη. Αντίθετα, όταν η κατακόρυφη ταχύτητα είναι μεγαλύτερη από την οριζόντια, όπως

συμβαίνει **στο άλμα σε ύψος**, τότε η γωνία απογείωσης είναι μεγαλύτερη των 45° (Πίνακας 5).

Στο άλμα τριπλούν, ο άλτης επιδιώκει να αναπτύξει επίσης μεγάλη οριζόντια ταχύτητα, καθώς και να τη διατηρήσει μέχρι την τρίτη ώθηση - απογείωση ("άλμα"). Η γωνία απογείωσης κυμαίνεται μεταξύ των $12^\circ - 20^\circ$, ενώ είναι διαφορετική στις τρεις ωθήσεις - απογειώσεις. **Στο άλμα επί κοντώ**, η γωνία απογείωσης είναι σχεδόν ή ίδια με εκείνη του άλματος σε μήκος. Σε άλλες υψηλού επιπέδου κυμαίνεται από $16^\circ - 18^\circ$.

ΣΥΝΟΨΗ

- Η γωνία απογείωσης εξαρτάται από τη σχέση της κατακόρυφης και της οριζόντιας ταχύτητας
- **στα άλματα μήκους, επί κοντώ και τριπλούν** η γωνία απογείωσης είναι σημαντικά μικρότερη από 45° , εξαιτίας του ότι η οριζόντια ταχύτητα είναι μεγαλύτερη από την κατακόρυφη
- **στο άλμα σε ύψος** είναι μεγαλύτερη από 45° , εξαιτίας του ότι η κατακόρυφη ταχύτητα είναι μεγαλύτερη από την οριζόντια.

Ταχύτητα απογείωσης

Η κατεύθυνση την οποία θα ακολουθήσει το σώμα κατά την ολοκλήρωση της φάσης στήριξης - ώθησης είτε προς τα εμπρός και επάνω, όπως συμβαίνει στο άλμα σε μήκος και στο τριπλούν είτε προς τα επάνω και εμπρός, όπως στο άλμα σε ύψος,

Πίνακας 5

Οριζόντια και κατακόρυφη ταχύτητα κατά την απογείωση και γωνία απογείωσης στα τέσσερα αγωνίσματα αλμάτων

| | | Οριζόντια ταχύτητα κατά την απογείωση ($m \cdot s^{-1}$) | Κατακόρυφη ταχύτητα κατά την απογείωση ($m \cdot s^{-1}$) | Γωνία απογείωσης ($^\circ$) |
|----------------|----------|--|---|-------------------------------|
| ΑΛΜΑ ΕΠΙ ΚΟΝΤΩ | ΑΝΔΡΕΣ | 7.9 ± 0.2 | 2.8 ± 0.2 | 19 ± 3 |
| | ΓΥΝΑΙΚΕΣ | 6.7 ± 0.2 | 2.3 ± 0.2 | 19 ± 3 |
| ΑΛΜΑ ΣΕ ΥΨΟΣ | ΑΝΔΡΕΣ | 4.3 ± 0.2 | 4.9 ± 0.1 | 49 ± 5 |
| | ΓΥΝΑΙΚΕΣ | 3.7 ± 0.5 | 4.1 ± 0.1 | 49 ± 5 |
| ΑΛΜΑ ΣΕ ΜΗΚΟΣ | ΑΝΔΡΕΣ | 9.0 ± 0.4 | 3.5 ± 0.3 | 21 ± 2 |
| | ΓΥΝΑΙΚΕΣ | 7.90 ± 0.2 | 3.1 ± 0.2 | 21 ± 2 |
| ΑΛΜΑ ΤΡΙΠΛΟΥΝ | ΑΝΔΡΕΣ | 7.0-9.4 | 2.0-2.4 | 14-20 |
| | ΓΥΝΑΙΚΕΣ | 6.2-8.1 | 2.0-2.2 | 12-29 |

καθορίζεται από τη σχέση της οριζόντιας και κατακόρυφης ταχύτητας τη στιγμή της ολοκλήρωσης της φάσης στήριξης – ώθησης.

Η **οριζόντια ταχύτητα**, αναπτύσσεται κατά το τρέξιμο της φάσης φόρας, όπου ο άλτης επιδιώκει να προσεγγίσει το σημείο ώθησης ή τη βαλβίδα με τη μέγιστη ταχύτητά του.

Η **κατακόρυφη ταχύτητα** αναπτύσσεται κατά τη διάρκεια της φάσης στήριξης-ώθησης. Κατά την τοποθέτηση του ποδιού ώθησης, το πέλμα τοποθετείται μπροστά από το Κ.Β. του σώματος. Η τοποθέτηση αυτή επιτρέπει στο πέλμα του ποδιού ώθησης να έρχεται σε επαφή με το έδαφος για περισσότερο χρόνο, κατά τον οποίο εφαρμόζεται η κατακόρυφη δύναμη. Η ανάπτυξη της κατακόρυφης δύναμης στη φάση στήριξης-ώθησης συνδέεται με την απώλεια της οριζόντιας ταχύτητας.

Η ταχύτητα απογείωσης αναλύεται σε δύο συνιστώσες: την οριζόντια και την κατακόρυφη. Η οριζόντια ωθεί το σώμα κατευθείαν προς τα εμπρός, ενώ η κατακόρυφη το ανυψώνει προς τα επάνω. Για την επιτυχημένη εκτέλεση της απογείωσης επιδιώκεται το Κ.Β. του σώματος του άλτη να κατευθύνεται προς τα εμπρός και επάνω, έχοντας την κατάλληλη γωνία απογείωσης. Η γωνία αυτή ποικίλλει ανάλογα με το είδος του άλματος και προσδιορίζει το άλμα σε οριζόντιο ή κατακόρυφο (Πίνακας 5). Τη στιγμή της απογείωσης επιβάλλεται ο κορμός να παραμένει κατακόρυφος.

Ύψος απογείωσης

Το ύψος, στο οποίο ανέρχεται το Κ.Β. του σώματος τη στιγμή της ολοκλήρωσης της φάσης στήριξης - ώθησης, διαφέρει ανάλογα με το είδος του άλματος (Πίνακας 6). Τις διαφορές αυτές αναφέρουμε στο αντίστοιχο κεφάλαιο κάθε άλματος. Το ύψος απογείωσης επηρεάζεται από τη σωματική διάπλαση του άλτη και το ύψος στο οποίο ανυψώνονται τα αιωρούμενα μέλη του σώματος, που είναι το πόδι αιώρησης και τα χέρια. Το ύψος στο οποίο βρίσκεται το Κ.Β. του σώματος τη στιγμή της απογείωσης (ύψος απογείωσης) αποτελεί καθοριστική παράμετρο για τη διάρκεια και το ύψος της πτήσης.

ΣΥΝΟΨΗ

Κατά την εκτέλεση της φάσης στήριξης - ώθησης, οι άλτες υψηλού επιπέδου επιδιώκουν να εκτελούν άλματα:

- έχοντας το μεγαλύτερο δυνατό ύψος απογείωσης
- εφαρμόζοντας μεγάλες δυνάμεις με το πόδι ώθησης
- αποσκοπώντας στη μικρότερη δυνατή απώλεια οριζόντιας ταχύτητας.

Οι μεταβλητές αυτές αποτελούν κριτήριο της τεχνικής τους κατάρτισης, καθώς και του επιπέδου των ταχυτητο-δυναμικών τους ικανοτήτων.

Πίνακας 6

Ύψος του Κ.Β. του σώματος τη στιγμή της τοποθέτησης και τη στιγμή της ολοκλήρωσης της φάσης στήριξης-ώθησης (Κ.Β.: κέντρο βάρους)

| | Ανάστημα άλτη (m) | Ύψος του Κ.Β. του σώματος τη στιγμή της τοποθέτησης του ποδιού ώθησης (m) | Ύψος του Κ.Β. του σώματος τη στιγμή της ολοκλήρωσης της φάσης στήριξης ώθησης (m) | Διαφορά ύψους του Κ.Β. του σώματος από την έναρξη μέχρι την ολοκλήρωση της φάσης στήριξης ώθησης (m) | |
|----------------|-------------------|---|---|--|-------------|
| ΑΛΜΑ ΕΠΙ ΚΟΝΤΩ | ΑΝΔΡΕΣ | 1.83 ± 5 | 1.06 ± 0.04 | 1.32 ± 0.06 | 0.26 ± 0.03 |
| | ΓΥΝΑΙΚΕΣ | 1.69 ± 4 | 0.93 ± 0.03 | 1.16 ± 0.05 | 0.23 ± 0.03 |
| ΑΛΜΑ ΣΕ ΥΨΟΣ | ΑΝΔΡΕΣ | 1.90 ± 6 | 0.90 ± 0.06 | 1.36 ± 0.06 | 0.46 ± 0.07 |
| | ΓΥΝΑΙΚΕΣ | 1.75 ± 6 | 0.85 ± 0.04 | 1.25 ± 0.04 | 0.40 ± 0.07 |
| ΑΛΜΑ ΣΕ ΜΗΚΟΣ | ΑΝΔΡΕΣ | 1.82 ± 4 | 1.03 ± 0.04 | 1.29 ± 0.06 | 0.26 ± 0.03 |
| | ΓΥΝΑΙΚΕΣ | 1.70 ± 3 | 0.91 ± 0.04 | 1.14 ± 0.05 | 0.23 ± 0.03 |
| ΑΛΜΑ ΤΡΙΠΛΟΥΝ | ΑΝΔΡΕΣ | 1.84 ± 4 | 1.08 ± 0.03 | 1.30 ± 0.06 | 0.22 ± 0.03 |
| | ΓΥΝΑΙΚΕΣ | 1.70 ± 5 | 0.95 ± 0.04 | 1.15 ± 0.05 | 0.20 ± 0.03 |

Περιστροφή του σώματος προς τα εμπρός

Σε όλα τα άλματα, μετά την επιτυχημένη εκτέλεση της φάσης στήριξης - ώθησης, ο άλτης τείνει να περιστρέφεται προς τα εμπρός. Η περιστροφή προς τα εμπρός αρχίζει κατά την εκτέλεση της φάσης στήριξης - ώθησης και μάλιστα τη στιγμή που το πόδι ώθησης έρχεται σε επαφή με το έδαφος (σημείο ώθησης). Τότε ακριβώς, εκτελείται περιστροφή του επάνω μέρους του σώματος, σε εγκάρσιο - οριζόντιο επίπεδο, γύρω από τον άξονα του ποδιού ώθησης, το οποίο βρίσκεται πίσω από το Κ.Β. του σώματος. Η περιστροφή αυτή προέρχεται από την κίνηση του ποδιού ώθησης, καθώς και από τις «έκκεντρες» δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους κατά τη φάση στήριξης-ώθησης, οι οποίες ενεργούν πίσω από το Κ.Β. του σώματος και εξαναγκάζουν το σώμα να περιστρέφεται προς τα εμπρός.

Η κατάλληλη περιστροφή και στροφορμή με την οποία αρχίζει η απογείωση (πτήση) δίνει τη δυνατότητα στη συνέχεια:

- στα οριζόντια άλματα να αποκτάται η κατάλληλη θέση για την έναρξη της προσγειώσης και
- στο άλμα σε ύψος να στρέφεται το σώμα και να λαμβάνει κατάλληλη θέση επάνω από τον πήχη.

Συνδυασμός και συγχρονισμός των αιωρούμενων μελών του σώματος

Κατά την εκτέλεση της φάσης στήριξης - ώθησης, εκτός από την κίνηση του ποδιού ώθησης, συμμετέχουν συγχρόνως οι αιωρητικές κινήσεις που εκτελούνται από την προς τα επάνω αιώρηση των χεριών και του ποδιού αιώρησης. Αν κατά την εκτέλεση αυτή, μόνο το πόδι ώθησης ωθεί προς το έδαφος, τότε το σώμα δεν ανέρχεται πολύ υψηλά. Η ώθηση του ποδιού προς το έδαφος αυξάνεται με τις κινήσεις αιώρησης. Η μεγαλύτερη ώθηση προς το έδαφος έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της δύναμης αντίδρασης του εδάφους, ωθώντας το σώμα με πιο μεγάλη δύναμη προς τα εμπρός και επάνω.

Οι κινήσεις του ποδιού αιώρησης και των χεριών (είτε με αρμονική αντιμετάθεση είτε με διπλή κίνηση των χεριών) εκτελούνται κατά το χρονικό διάστημα που ο άλτης βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος και συντελούν τόσο στην αύξηση της δύναμης αντίδρασης του εδάφους, όσο και στη ρύθμιση

της στροφορμής, η οποία μεταβιβάζεται σε ολόκληρο το σώμα και είναι απαραίτητη για την επιτυχημένη εκτέλεση της φάσης πτήσης.

Κατά την εκτέλεση της φάσης πτήσης, η στροφορμή που έχει αποκτήσει το σώμα κατά τη φάση στήριξης - ώθησης παραμένει σταθερή, ενώ ο αθλητής μπορεί να αυξήσει ή να μειώσει μόνο τη ροπή αδράνειας του σώματός του, αλλάζοντας τη θέση των μελών του. Η μείωση (έχοντας τα άκρα μέλη του σώματος κοντά στο Κ.Β.) ή η αύξηση της ροπής αδράνειας του σώματος (απομάκρυνση των άκρων μελών από το Κ.Β.) μπορεί να αυξήσει ή να μειώσει, αντίστοιχα, την περιστροφική ταχύτητα του σώματος προς τα εμπρός, σύμφωνα με την αρχή διατήρησης της στροφορμής.

Όλες οι κινήσεις αιώρησης ολοκληρώνονται τη στιγμή που ο μηρός του ποδιού αιώρησης και το επάνω μέρος του βραχίονα του χεριού αιώρησης βρίσκονται σε παράλληλη θέση με το έδαφος. Αυτό υποβοηθά στη μεταβίβαση της ορμής από τα μέλη αιώρησης στο υπόλοιπο σώμα.

Οι κινήσεις αιώρησης εκτελούνται ταυτόχρονα και συγχρονίζονται με την πλήρη έκταση του ποδιού ώθησης και του κορμού.

Ο συγχρονισμός αυτός συντελεί:

- στο να αυξάνεται η δύναμη αντίδρασης του εδάφους,
- στο να κατευθύνεται το σώμα προς τα εμπρός και επάνω και
- στο να επιτυγχάνεται υψηλή θέση του Κ.Β. του σώματος τη στιγμή που ολοκληρώνεται η φάση στήριξης - ώθησης.

Συμπέρασμα

Κατά τη διάρκεια της φάσης στήριξης - ώθησης, ο άλτης επιδιώκει να:

- ασκήσει μεγάλες δυνάμεις στο έδαφος και να αναπτύξει την απαραίτητη κατακόρυφη ταχύτητα
- ελαχιστοποιήσει την απώλεια της οριζόντιας ταχύτητας που αναπτύσσει κατά τη διάρκεια της φάσης φόρας
- ρυθμίσει τη στροφορμή του σώματος προς τα εμπρός.

Φάση πτήσης

Η τροχιά πτήσης, που εκτελεί ένα σώμα σε μια απόσταση, επηρεάζεται από τους εξής τρεις παράγοντες:

1. τις αρχικές συνθήκες απογείωσης (την ταχύτητα, τη γωνία και το ύψος απογείωσης) και το ύψος προσγείωσης
2. τη δύναμη της βαρύτητας που έλκει το σώμα προς τα κάτω και
3. την αντίσταση του αέρα η οποία επιβραδύνει την πτήση του σώματος.

Αρχικές συνθήκες απογείωσης

Οι αρχικές συνθήκες απογείωσης περιγράφονται σε προηγούμενες παραγράφους σελ. 35-37.

Δύναμη βαρύτητας

Η δύναμη της βαρύτητας έλκει το σώμα του αθλητή προς την επιφάνεια της γης με σταθερή επιτάχυνση g (περίπου $9.8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ σε επίπεδο θάλασσας) και σε συνδυασμό με την κατακόρυφη ταχύτητα και το ύψος απογείωσης καθορίζει το χρόνο που το σώμα θα βρίσκεται σε πτήση. Η μειωμένη δύναμη βαρύτητας, όπως συμβαίνει σε αγώνες σε υψόμετρο, μπορεί να συμβάλλει στην αύξηση του μήκους ή του ύψους ενός άλματος. Χαρακτηριστικά, αναφέρεται το παγκόσμιο ρεκόρ του Bob Beamon στους Ολυμπιακούς Αγώνες του 1968 στο Μεξικό, σε υψόμετρο 2240 m. Πρέπει να τονιστεί ότι οι κινήσεις των μελών του σώματος του αθλητή, όταν βρίσκεται σε πτήση, δεν μεταβάλλουν το χρόνο πτήσης ούτε την τροχιά του Κ.Β., εξαιτίας του ότι αυτά εξαρτώνται από την ταχύτητα και τη γωνία απογείωσης, καθώς και την αντίσταση του αέρα.

Αντίσταση του αέρα

Η αντίσταση του αέρα επιφέρει μείωση της οριζόντιας ταχύτητας. Η αντίσταση του αέρα ποικίλλει ανάλογα με την πρόσθια επιφάνεια του σώματος του αθλητή. Όσο πιο μεγάλη είναι η επιφάνεια του σώματος, τόσο μεγαλύτερη θα είναι η επίδραση της αντίστασης του αέρα. Από βιομηχανικής άποψης, η «απόσταση πτήσης» άλματος - είτε σε μήκος είτε σε ύψος- εξαρτάται από την αρχική ταχύτητα απογείωσης, τη γωνία απογείωσης, όπως επίσης το ύψος απογείωσης και προσγείωσης του Κ.Β. του σώματος. Η τροχιά που διανύει το Κ.Β. του σώματος είναι παραβολική,

εξαιτίας της δύναμης της βαρύτητας και της αντίστασης του αέρα.

Η αντίσταση του αέρα επιδρά ελάχιστα (περίπου 1%) στη μείωση της απόστασης (επίδοσης) του άλματος. Ο ευνοϊκός ή ο αντίθετος άνεμος μπορούν να αυξήσουν ή να μειώσουν, αντίστοιχα και την ταχύτητα της φόρας και την οριζόντια ταχύτητα κατά την πτήση. Αναλύσεις του παγκόσμιου ρεκόρ του Bob Beamon, στο υψόμετρο του Μεξικού, έδειξαν ότι η θετική επίδραση της μειωμένης βαρύτητας σε συνδυασμό με τον ευνοϊκό άνεμο (περίπου $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) είχαν ως αποτέλεσμα την αύξηση του μήκους του άλματος κατά 3.5%.

ΣΥΝΟΨΗ

- Ο χρόνος πτήσης επηρεάζεται από την κατακόρυφη ταχύτητα και το ύψος απογείωσης και προσγείωσης.
- Ο χρόνος πτήσης επηρεάζεται επίσης από τη δύναμη της βαρύτητας, δηλαδή μεγαλώνει ανάλογα με το υψόμετρο.
- Η αντίσταση του αέρα μειώνει, ελάχιστα, μόνο την οριζόντια ταχύτητα του σώματος του αθλητή.
- Η τροχιά που διαγράφει το Κ.Β. του σώματος του αθλητή στον αέρα είναι παραβολική, εξαιτίας της δύναμης της βαρύτητας και της αντίστασης του αέρα.
- Οι κινήσεις των μελών του σώματος του αθλητή, όταν βρίσκεται σε πτήση, δεν μπορούν να μεταβάλλουν την τροχιά που διανύει το Κ.Β. του σώματος.
- Κατά τη φάση πτήσης, η στροφορμή του σώματος παραμένει σταθερή, ενώ ο αθλητής μπορεί να αυξήσει ή να μειώσει την ταχύτητα περιστροφής του αλλάζοντας τη θέση των μελών του σώματός του.

Φάση προσγείωσης

Η προσγείωση διαφέρει ανάλογα με το είδος του άλματος: οριζόντιο ή κατακόρυφο. Η περιγραφή της γίνεται στα επί μέρους κεφάλαια κάθε άλματος.