

$$T = \frac{H}{l} + h$$

όπου, T - ο δείκτης της τεχνικής του άλματος, H - το ύψος λαβής του κονταριού (υπολογίζεται από το άκρο του κονταριού) σε m , l - το ύψος του αθλητή με ανάταση των χεριών σε m και h - το ύψος του πήχου σε σχέση με το ύψος της λαβής του κονταριού σε m .

Ρίψεις

Βασικός σκοπός της τεχνικής αυτών των αγωνισμάτων είναι η ρίψη του οργάνου όσο το δυνατόν μακρύτερα, αφού φυσικά εφαρμοστούν οι αγωνιστικοί κανονισμοί. Τα αθλητικά όργανα (π.χ. σφαίρα, ακόντιο, δίσκος και σφύρα) ανεξάρτητα από το σχήμά και τη μορφή τους, διαγράφουν μια συγκεκριμένη τροχιά πτήσης, η οποία εξαρτάται από:

- την αρχική ταχύτητα απελευθέρωσης του οργάνου,
- τη γωνία απελευθέρωσης του οργάνου,
- το ύψος από το οποίο απελευθερώνεται το όργανο,
- την περιστροφή του και
- την αντίσταση του αέρα.

Ειδικά ο τελευταίος παράγοντας έχει σχέση με τις αεροδυναμικές ιδιότητες του οργάνου, τη δύναμη που εφαρμόζεται πάνω σ' αυτό, την κατεύθυνση και την πυκνότητα του αέρα. Από μηχανικής πλευράς, σύμφωνα με τις πλάγιες βολές των σωμάτων, το μήκος πτήσης προσδιορίζεται με βάση τη σχέση:

$$s = \frac{u^2 \cdot \eta \mu 2\alpha}{g}$$

όπου, u - η αρχική ταχύτητα απελευθέρωσης του οργάνου, α - γωνία απελευθέρωσης του και g - η επιτάχυνση βαρύτητας.

Η ταχύτητα απελευθέρωσης του οργάνου θεωρείται ο βασικότερος παράγων της βολής και μπορεί να επηρεάσει την αύξηση του μήκους της πτήσης του. Εάν δηλαδή, η αντίσταση του αέρα είναι μηδενική, το μήκος πτήσης του οργάνου είναι ανάλογο με το τετράγωνο της ταχύτητας απελευθέρωσής του. Για παράδειγμα, η αύξηση της ταχύτητας κατά 1,5 φορές, θα πρέπει ν' αυξήσει το μήκος πτήσης κατά 1,5² φορές, δηλαδή 2,25 φορές. Αυτό σημαίνει ότι με την ταχύτητα απελευθέρωσης της σφαίρας 10 m/sec, αντιστοιχεί επίδοση στη σφαιροβολία 12 m, ενώ με ταχύτητα 15 m/sec, η επίδοση θα κυμαίνεται κοντά στα 25 m (Denksoi et al

Τη συσχέτιση μεταξύ της ταχύτητας απελευθέρωσης των αθλητικών οργάνων και των επιδόσεων μπορούμε να τη δούμε στα δεδομένα του πίνακα 6-19. Επαληθεύεται μ' αυτό τον τρόπο, η σχέση μεταξύ της επίδοσης και της ταχύτητας που πρέπει να προσδώσει ο αθλητής στο αθλητικό όργανο, προκειμένου να πετύχει τη μεγαλύτερη δυνατή πτήση του.

Πίνακας 6-19. Η σχέση μεταξύ της ταχύτητας απελευθέρωσης των αθλητικών οργάνων και των επιδόσεων σ' αυτά (Schroter 1980)

αγώνισμα	ταχύτητα (m/sec)	επίδοση (m)	ταχύτητα (m/sec)	επίδοση (m)
σφαιροβολία	11,5	15,5	13,8	21,5
ακοντισμός	30	78	35	92
δισκοβολία	22	54	24	65
σφυροβολία	23	55	27	74

Η γωνία απελευθέρωσης του οργάνου δεν είναι σταθερή για κάθε ρίψη και γι' αυτό το λόγο διακρίνουμε :

- τη γωνία, η οποία σχηματίζεται μεταξύ του οριζόντιου επιπέδου και του ανύσματος της ταχύτητας πτήσης (αυτή η γωνία καθορίζει την κίνηση του οργάνου στο κάθετο επίπεδο, δηλαδή ψηλά-χαμηλά),
- τη γωνία απελευθέρωσης του οργάνου, η οποία καθορίζει την κίνησή του στο οριζόντιο επίπεδο (δηλαδή, δεξιά-αριστερά) και
- τη γωνία επίθεσης του οργάνου, η οποία σχηματίζεται μεταξύ του ανύσματος της ταχύτητας πτήσης και του επιμήκη άξονα του οργάνου.

Πρέπει να σημειώσουμε πώς η γωνία απελευθέρωσης του αθλητικού οργάνου επιδρά σε σημαντικό βαθμό στο μήκος της πτήσης του και εξαρτάται από την αρχική ταχύτητα πτήσης, από τις αεροδυναμικές ιδιότητες του (ειδικά για το δίσκο και το ακόντιο), την ταχύτητα της φόρας (για το ακόντιο και τη σφαίρα) και το ύψος από το οποίο απελευθερώνεται το όργανο πάνω από το έδαφος. Η γωνία απελευθέρωσης είναι διαφορετική για κάθε όργανο (πίνακας 6-20).

Πίνακας 6-20. Η γωνία απελευθέρωσης των οργάνων στα διάφορα ριπτικά αγωνίσματα (Tutevits 1969)

αγώνισμα	γωνία απελευθέρωσης (ο)
σφαιροβολία	38 - 41
ακοντισμός	37 - 38
δισκοβολία	36 - 38
σφυροβολία	42 - 44

Στο μήκος της πτήσης του οργάνου επιδρά και το ύψος από το οποίο απελευθερώνεται αυτό. Ανάλογα με το σωματικό ανάστημα και γενικά τις σωματικές αναλογίες (π.χ. μήκος χεριού) του αθλητή, μπορεί να καθοριστεί και το ύψος απελευθέρωσης του οργάνου.

Προκειμένου τώρα να εξετάσουμε, από βιο-μηχανικής πλευράς, την κάθε αγωνιστική ρίψη και να παρουσιάσουμε αναλυτικά τα βασικά κινηματικά και δυναμικά χαρακτηριστικά της τεχνικής των κινήσεων, είναι ανάγκη να δώσουμε τα βασικά μέρη που συνθέτουν ολόκληρη τη δραστηριότητα του αθλητή:

- α) αρχική θέση του αθλητή και του οργάνου που κρατά στα χέρια του,
- β) προετοιμασία για απόκτηση της απαραίτητης ταχύτητας,
- γ) προετοιμασία για την τελική προσπάθεια (ή αλλιώς, την καθ' αυτή ρίψη),
- δ) τελική ρίψη και
- ε) απελευθέρωση και πτήση του οργάνου.

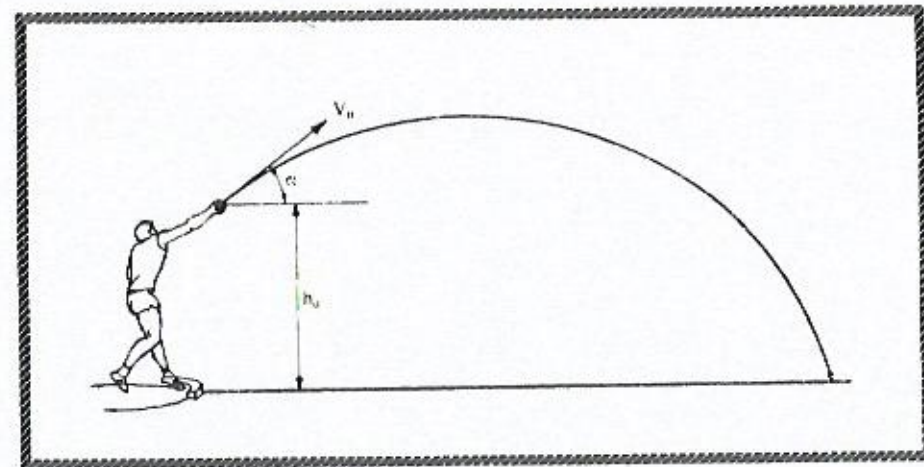
Σφαιροβολία

Στο αγώνισμα αυτό, ο αθλητής επιδιώκει να ρίξει όσο το δυνατό πιο μακριά τη σφαίρα, και για να το πετύχει αυτό θα πρέπει να συνδυάσει αποτελεσματικά την αλληλεπίδραση των εσωτερικών του δυνάμεων (μυϊκών) με τις εξωτερικές δυνάμεις (βάρος οργάνου, κ.λπ.) και να τις κατευθύνει στη σωστότερη διεύθυνση. Με άλλα λόγια, απαιτείται από τον αθλητή να εξασφαλίσει την ορθολογιστική γωνία απελευθέρωσης της σφαίρας, τη μέγιστη αρχική ταχύτητα και το σωστό ύψος απελευθέρωσης αυτής.

Παρατηρώντας το σχήμα 6-22, μπορούμε να σημειώσουμε πως η τροχιά που διαγράφει η σφαίρα από τη στιγμή που απελευθερώνεται από το χέρι του αθλητή και μέχρι την πτώση της στο έδαφος, εξαρτάται από την αρχική ταχύτητα απελευθέρωσης, τη γωνία απελευθέρωσης και το ύψος απελευθέρωσης. Κατά τον Tutenvits 1969, το μήκος της πτήσης προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$s = \frac{u_0^2}{g} \sin \alpha_0 \left(\eta \mu \alpha_0 + \sqrt{\eta^2 \mu^2 \alpha_0 + \frac{2g h_0}{u_0^2}} \right)$$

όπου, u_0 - η αρχική ταχύτητα απελευθέρωσης της σφαίρας από το χέρι του αθλητή, α_0 - η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ της διεύθυνσης του ανύσματος της ταχύτητας της σφαίρας τη στιγμή της απελευθέρωσης και του οριζώντιου επιπέδου και h_0 - το ύψος από το οποίο απελευθερώνεται η σφαίρα



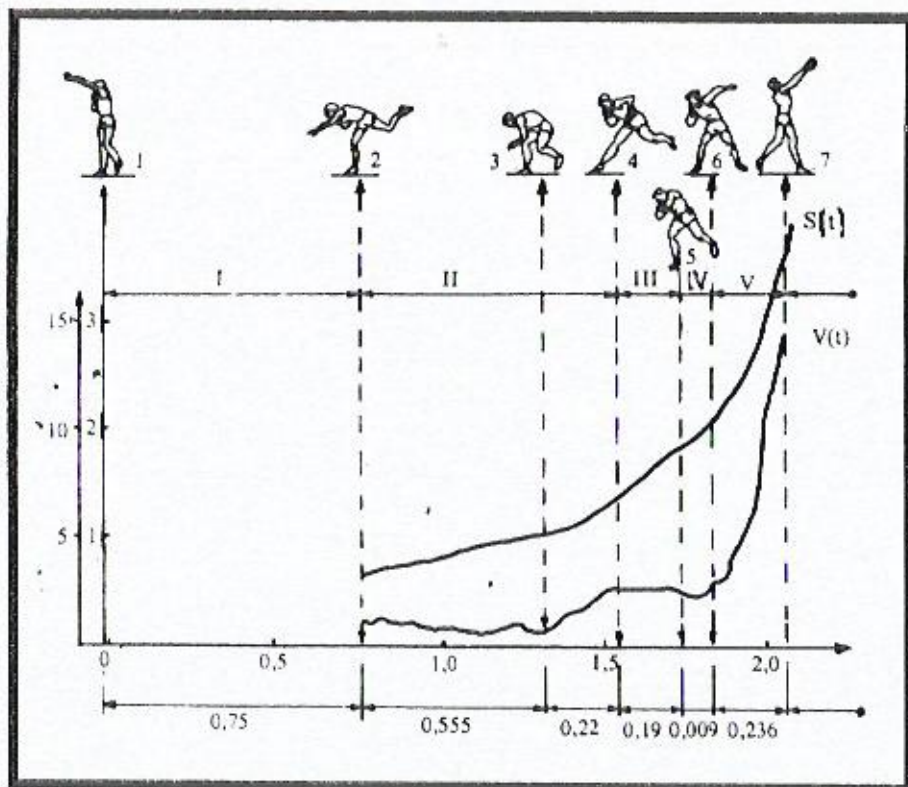
Σχήμα 6-22. Η τροχιά της σφαίρας και οι παράμετροι που την προσδιορίζουν (Lanka et al 1982)

Τα βασικά ερωτήματα που τίθενται στη βιο-μηχανική ανάλυση της τεχνικής των κινήσεων στη σφαιροβολία είναι:

- πως εξελίσσεται η ταχύτητα της σφαίρας, από την αρχή της προσπάθειας του αθλητή μέχρι τη στιγμή της απελευθέρωσης αυτής;
- πως οργανώνει τις ιδιαίτερες κινήσεις του ο αθλητής υψηλών επιδόσεων, προκειμένου να πετύχει τη μέγιστη ταχύτητα, και σε ποιο σημείο το κατορθώνει αυτό;

Απάντηση σ' αυτά τα ερωτήματα μπορεί να δώσουν τα πειραματικά δεδομένα του Susanka 1974, τα οποία αποδεικνύουν πως η μεταβολή της ταχύτητας της σφαίρας είναι σύνθετη και αντιστοιχεί στις επιμέρους φάσεις της τεχνικής του αθλητή. Συγκεκριμένα, κατά τον ερευνητή, παρατηρούνται δύο σημεία με ελάττωση της ταχύτητας (σχήμα 6-23). Το πρώτο σημείο αντιστοιχεί στη θέση 3, όπου βλέπουμε τη συσπείρωση του αθλητή και το δεύτερο σημείο αντιστοιχεί στη θέση 5, όταν δηλαδή ο αθλητής προετοιμάζεται για τη διπλή στήριξη. Στη θέση 5 ο αθλητής ολοκληρώνει τη φάση της προετοιμασίας του και καταφέρνει να προσδώσει ταχύτητα στη σφαίρα, σε ποσοστό 15-20% απ' αυτή που θα παρατηρηθεί στο τέλος. Όπως βλέπουμε και στο σχήμα, από τη θέση 6 μέχρι και 7 σημειώνεται μια απότομη αύξηση της ταχύτητας της σφαίρας, η οποία μπορεί να καταλήξει και στο μέγεθος των 13,5 m/sec.

Ολόκληρη η διαδικασία της ρίψης της σφαίρας διαρκεί χρονικά συνήθως από 1,60 μέχρι 2,00 sec. Από το χρόνο αυτό, στην τελική φάση που είναι και η βασικότερη, αφιερώνεται χρόνος 0,200-0,350 sec.



Σχήμα 6-23. Η μετατόπιση (S) και η ταχύτητα της σφαίρας (υ) σε σχέση με το χρόνο εκτέλεσης (t) της προσπάθειας αθλητή με επίδοση 20,11 m (Susanka 1974) (I-φάση προετοιμασίας, II-φάση εκκίνησης, III-φάση αναπήδησης, IV-φάση διπλής στήριξης, V-φάση απελευθέρωσης της σφαίρας)

Το μήκος της τροχιάς πάνω στην οποία εφαρμόζεται η δύναμη του αθλητή φθάνει κοντά στα 2,0 m για υψηλές επιδόσεις.

Η γωνία απελευθέρωσης της σφαίρας, για να είναι πιο αποτελεσματική, θα πρέπει να κυμαίνεται από 40 μέχρι 42°. Εάν θέλουμε να προσδιορίσουμε την γωνία απελευθέρωσης, αφού φυσικά γνωρίζουμε την αρχική ταχύτητα και το ύψος απελευθέρωσης της σφαίρας, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τη σχέση (Kroustev 1976):

$$\text{συν } 2\alpha = \frac{g \cdot h}{g \cdot h + u_0^2}$$

Έναν τέτοιο συνδυασμό της επίδοσης με τα βασικά χαρακτηριστικά που την προσδιορίζουν μπορούμε να δούμε στον πίνακα 6-21. Είναι προφανές από τα δεδομένα ότι η καλύτερη δυνατή σχέση μεταξύ αυτών, δίνει το με-

Πίνακας 6-21. Σχέση μεταξύ της επίδοσης της σφαιροβολίας και των κινηματικών χαρακτηριστικών (Tutevits 1969)

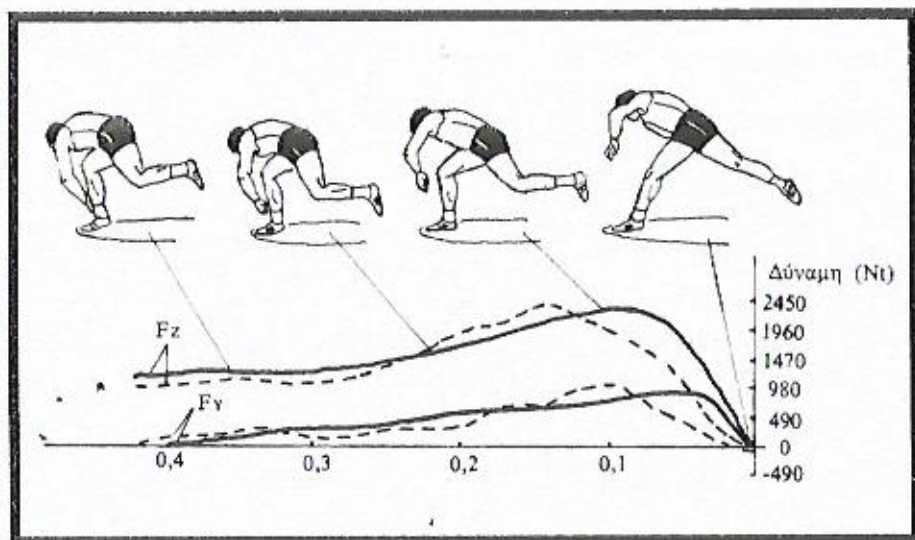
αρχική ταχύτητα σε (m/sec)	από ύψος 2,10 m		από ύψος 2,30 m	
	επίδοση σε (m)	γωνία σε (ο)	επίδοση σε (m)	γωνία σε (ο)
10	12,10	40° 04	12,27	39° 42
11	14,27	40° 48	14,44	40° 28
12	16,64	41° 24	16,81	41° 06
12,5	17,89	41° 39	18,07	41° 22
13	19,20	41° 53	19,38	41° 37
13,5	20,56	42° 04	20,75	41° 50
14	21,97	42° 16	22,16	42° 02

χύτητα απελευθέρωσης της σφαίρας 14 m/sec, γωνία 42° και ύψος απελευθέρωσης τουλάχιστον 2,30 m, χωρίς φυσικά να λαμβάνεται υπόψη η αντίσταση του αέρα. Πρέπει να σημειώσουμε πως το ύψος απελευθέρωσης της σφαίρας εξαρτάται από το σωματικό ανάστημα και το μήκος των χεριών του αθλητή.

Η αλληλεπίδραση του σώματος του αθλητή με το έδαφος σ' ολόκληρη την προσπάθειά του μελετάται με τη μέθοδο της δυναμογράφησης, δηλαδή με τη χρησιμοποίηση του ηλεκτρονικού δυναμοδάπεδου. Συγκεκριμένα, από αναλύσεις που έγιναν διαπιστώθηκαν τα παρακάτω για κάθε επιμέρους φάση της τεχνικής:

α) Στη φάση της προετοιμασίας για τη ρίψη τόσο η κατακόρυφη, όσο και η οριζόντια δύναμη του ποδιού, με το οποίο θα εκτελεστεί η αναπήδηση στη συνέχεια (σχήμα 6-24), αυξάνονται βαθμιαία έτσι ώστε να φθάσουν στη μέγιστη τιμή η καθεμιά και στη συνέχεια να μειωθούν απότομα. Συγκρίνοντας τα δύο δυναμογράμματα, βλέπουμε πως ο αθλητής με την υψηλή επίδοση διακρίνεται για τη βαθμιαία αύξηση και των δύο δυνάμεων και για τη γρήγορη ελάττωση τους στη συνέχεια. Η κυματοειδής μεταβολή της δύναμης χαρακτηρίζει τον αθλητή με χαμηλή επίδοση, γεγονός που δείχνει το μη συγχρονισμένο έργο του ποδιού στήριξης. (Fidelus et al 1965). Σε μέγεθος η κατακόρυφη δύναμη φθάνει στα 2450 Nt και η οριζόντια δύναμη δεν ξεπερνά τα 1000 Nt.

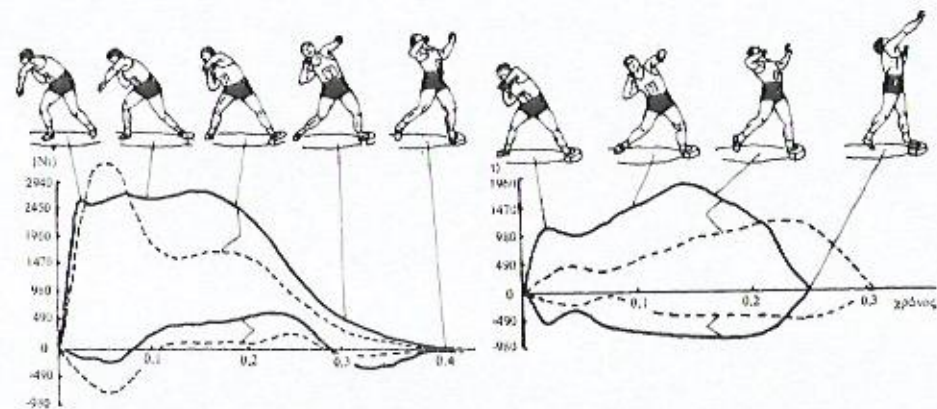
β) Στη φάση της τελικής προσπάθειας του αθλητή τα δυναμογράμματα που σχηματίζονται παρουσιάζουν μια σύνθετη εικόνα. Οι σημαντικές διαφορές σε μεγέθη των δυνάμεων, οι οποίες εκδηλώνονται από τους δύο αθλη-



Σχήμα 6-24. Δυναμογράμμα της κατακόρυφης (F_z) και οριζόντιας (F_y) δύναμης την οποία εκδηλώνει με την στήριξη του δεξιού στο έδαφος στη φάση εκκίνησης _____ αθλητής με επίδοση 19,60 m, ----- αθλητής με επίδοση 12,74 m (Lanka and Shalamanov 1982)

τές οφείλονται στη διαφορετική αθλητική τελειοποίηση (σχήμα 6-25).

Συγκεκριμένα, το δυναμογράμμα της κατακόρυφης δύναμης του δεξιού ποδιού διαθέτει δύο κορυφές και βλέπουμε τη βαθμιαία πτώση αυτής κατά τη στιγμή της αποχώρησης του ποδιού από το έδαφος. Στην αρχή της

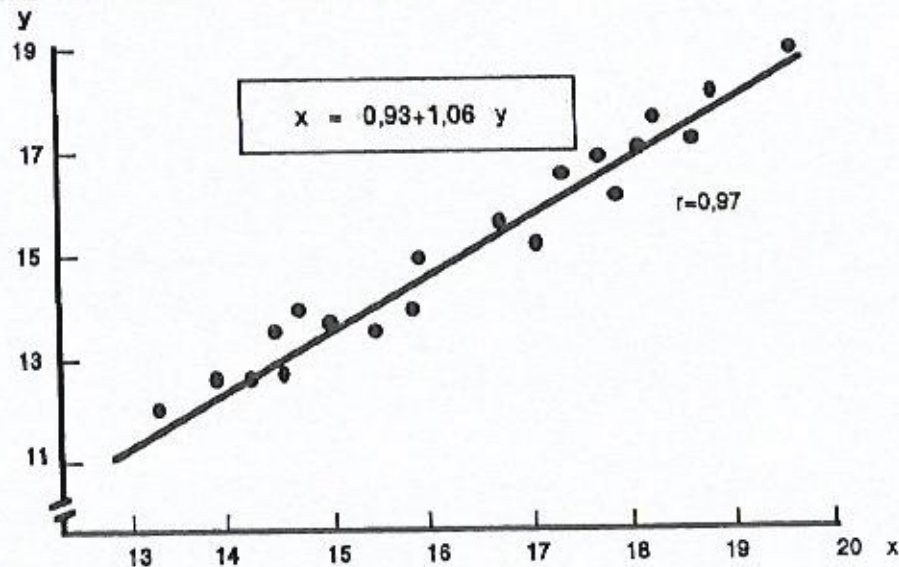


Σχήμα 6-25. Δυναμογράμμα της κατακόρυφης και οριζόντιας δύναμης του δεξιού

προσπάθειας, το δεξί πόδι αυτό "δουλεύει" πλειομετρικά γι' αυτό και η μέγιστη τιμή της κατακόρυφης δύναμης, φθάνει σε σημείο να ξεπερνά και 3-4 φορές το σωματικό βάρος του αθλητή, δηλαδή μέχρι και 3200 Nt. Ο αθλητής με τη χαμηλή επίδοση, δεν καταφέρνει να συγκρατήσει για μεγάλο χρονικό διάστημα τη μέγιστη κατακόρυφη δύναμη, γεγονός που φανερώνει την αδυναμία του για μια σταθερή αλληλεπίδραση του δεξιού ποδιού του με το έδαφος. Όσον αφορά την οριζόντια δύναμη, την οποία εκδηλώνει το δεξί πόδι, αυτή για μεν τον αθλητή υψηλής επίδοσης χαρακτηρίζεται περισσότερο ως δύναμη υπερνίκησης (θετική), για δε τον αθλητή χαμηλής επίδοσης ως δύναμη επιβράδυνσης (αρνητική).

Τα δυναμογράμματα τόσο της κατακόρυφης, όσο και της οριζόντιας δύναμης που εκδηλώνονται με τη στήριξη του αριστερού ποδιού στο έδαφος, φανερώνουν την προσπάθεια του αθλητή να επιβραδύνει την κίνηση του. Με άλλα λόγια, η δράση του αριστερού ποδιού στη φάση αυτή έχει χαρακτήρα επιβράδυνσης και συμβάλλει με τον τρόπο του στην ανύψωση του Κ.Β.Σ. του αθλητή και φυσικά της σφαίρας προς τα πάνω. Η δράση αυτή στον αθλητή με την υψηλή επίδοση χαρακτηρίζεται πιο έντονη και γρήγορη, ενώ αντίθετα στον αθλητή με χαμηλή επίδοση, είναι ασθενέστερη και περισσότερο αργοπορημένη.

Σαν βασικό κριτήριο, που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε προκειμένου να κάνουμε τον έλεγχο της τεχνικής των αθλητών της σφαιροβολίας, είναι η σχέση μεταξύ της επίδοσης με ολοκληρωμένη τεχνική και της επίδοσης χωρίς φόρα (Zatsiorsky 1968) (σχήμα 6-26).



Σχήμα 6-26. Στατιστική συσχέτιση μεταξύ της επίδοσης στη ρίψη της σφαίρας χωρίς φόρα (y) και με φόρα (x) (Zatsiorsky 1968).

Επειδή ο συντελεστής συσχέτισης μεταξύ των δύο αυτών επιδόσεων είναι αρκετά υψηλός ($r=0,97$), μπορούμε να στηριχτούμε στο κριτήριο αυτό που φανερώνει την αποτελεσματικότητα της τεχνικής. Για παράδειγμα, εάν δύο αθλητές έχουν την ίδια επίδοση στη ρίψη της σφαίρας χωρίς φόρα και ο ένας απ' αυτούς, στη ρίψη με φόρα έχει επίδοση 14,00 m, τότε η τεχνική του θα είναι μη αποτελεσματική σε σχέση με την τεχνική του άλλου, του οποίου η επίδοση είναι ίση με 15,60 m. Στην προκειμένη περίπτωση, η δεύτερος αθλητής χρησιμοποιεί με αποτελεσματικό τρόπο την ταχύτητα στη διάρκεια της τελικής φάσης της προσπάθειας.

Ακοντισμός

Η ρίψη του ακοντίου απαιτεί μια ιδιαίτερη τεχνική, η οποία επιτρέπει στον αθλητή-τρια να προσδώσει πάνω σ' αυτό το όργανο τη μεγαλύτερη δυνατή ταχύτητα και να το κατευθύνει με σωστή γωνία μέσα στο χώρο, εκμεταλλευόμενος φυσικά και τις αεροδυναμικές του ιδιότητες.

Οι παράγοντες, οι οποίοι καθορίζουν το μήκος της τροχιάς του ακοντίου είναι οι εξής:

- η αρχική ταχύτητα απελευθέρωσης,
- η γωνία απελευθέρωσης και
- το ύψος από το οποίο απελευθερώνεται το ακόντιο.

Όπως θα δούμε και στη συνέχεια, η ταχύτητα του ακοντίου τη στιγμή της απελευθέρωσης ξεπερνά τα 30 m/sec και συσχετίζεται σε υψηλό βαθμό με την επίδοση ($r=0,75$), (Stoikov 1987). Στις καλύτερες επιδόσεις, η γωνία απελευθέρωσης του οργάνου κυμαίνεται μεταξύ 31-36°, ενώ το ύψος απελευθέρωσής του εξαρτάται από τα σωματικά προσόντα του αθλητή-τριας και κυμαίνεται από 1,70-2,10 m.

Από βιο-μηχανικής πλευράς, η τεχνική των κινήσεων στον ακοντισμό, μπορεί να διακριθεί σε τρία βασικά μέρη:

- α) στη φόρα, κατά την οποία ο αθλητής προσπαθεί να αποκτήσει την απαραίτητη ταχύτητα ρίψης, μεταφέροντας ταυτόχρονα το ακόντιο,
- β) στην τελική φάση της προσπάθειας (δηλ. την προετοιμασία για τη ρίψη) και
- γ) στην τελική θέση για ρίψη, η οποία συνδυάζεται με την ανακοπή της κίνησης πριν απ' την απελευθέρωση του ακοντίου.

Κατά την εκτέλεση της φόρας, ο αθλητής αποκτά οριζόντια ταχύτητα που φθάνει κοντά στα 6-8 m/sec και την προσδίδει στο ακόντιο. Αυτή η ταχύτητα αποτελεί το 20% της απαιτούμενης ταχύτητας απελευθέρωσης, η υπόλοιπη δε αποκτάται στις επόμενες φάσεις της τεχνικής. Η μεγαλύτερη έμφαση στην τεχνική της φόρας δίνεται στις τελευταίες 4-5 δρομικούς

κινηματικά χαρακτηριστικά του μήκους, του χρόνου, της ταχύτητας και του ρυθμού των τεσσάρων αυτών διασκελισμών και τα οποία παρατηρήθηκαν σε επιδόσεις αθλητών πάνω από 78,50 m (πίνακας 6-22).

Πίνακας 6-22. Μερικά βασικά κινηματικά χαρακτηριστικά των τελευταίων τεσσάρων δρομικών διασκελισμών της φόρας στον ακοντισμό (Stoikov 1989)

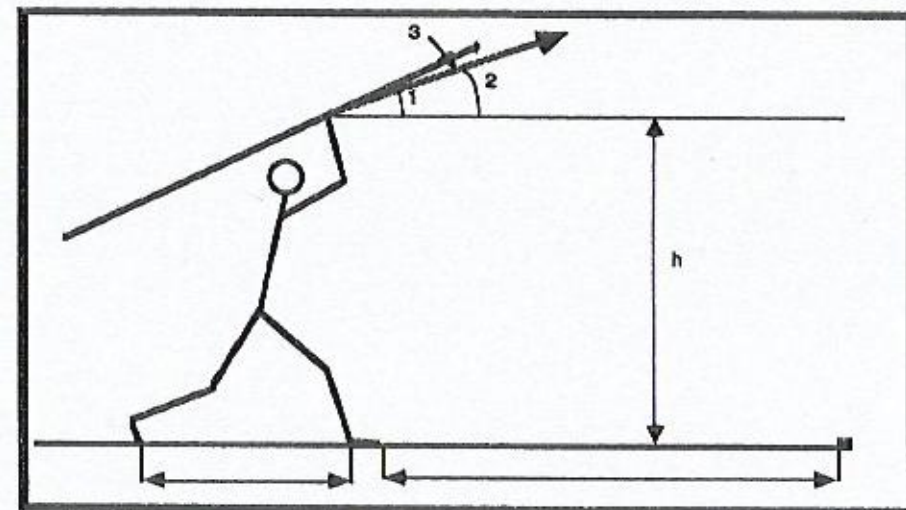
κινηματικά χαρακτηριστικά	δ ι α σ κ ε λ ι σ μ ο (
	4ος	3ος	2ος	1ος	απλή στήριξη	διπλή στήριξη
μήκος διασκ. (m)	1,93	1,98	2,48	1,80	-	-
χρόνος (sec)	0,252	0,254	0,308	0,324	0,207	0,117
ταχύτητα (m/sec)	7,65	7,79	8,06	5,54	8,68	-
συχνότητα (διασ/sec)	3,97	3,94	3,23	3,09	-	-

- ο μεγαλύτερος σε μήκος διασκελισμός είναι ο 3ος, ο οποίος υπερβαίνει σε μερικές περιπτώσεις και τα 2,50 m και συνδυάζεται με την μεγαλύτερη καθυστέρηση του αθλητή (0,324 sec),

- στην ταχύτητα των αθλητών παρατηρείται μια τάση αύξησης του μεγέθους, με εξαίρεση στον 1ο διασκελισμό,

- η συχνότητα των δρομικών διασκελισμών ελαττώνεται σταδιακά από τον 4ο προς τον 1ο.

Στο σχήμα 6-27 βλέπουμε την τελική θέση του αθλητή πριν τη ρίψη του ακοντίου και γι' αυτή μπορούμε να επισημάνουμε τα βασικότερα κινηματικά χαρακτηριστικά:



Σχήμα 6-27. Η τεχνική των κινήσεων στην τελική φάση της ρίψης του ακοντίου και οι παράμετροι που την χαρακτηρίζουν (Gfegor and Pink 1985)