

ΕΝΟΤΗΤΑ 10^η

Εμβιομηχανική της Αναρρίχησης

Μετά την ολοκλήρωση της ενότητας ο σπουδαστής θα είναι σε θέση να:

- ❖ Γνωρίζει το πολύ-παραγοντικό μοντέλο απόδοσης στην αναρρίχηση και από ποιους παράγοντες επηρεάζεται η απόδοση ενός αναρριχητή
- ❖ Διακρίνει ποιες κινήσεις εκτελεί ένας αναρριχητής και σε ποια βασικά ανατομικά επίπεδα λαμβάνουν χώρα αυτές
- ❖ Γνωρίζει τους διαφορετικούς τύπους μηχανικών φορτίων που μπορεί να δεχτεί το ανθρώπινο σώμα
- ❖ Εξηγεί εάν και γιατί η τριβή είναι αναγκαία κατά τη διάρκεια μιας αναρριχητικής πορείας
- ❖ Γνωρίζει του 3 Νόμους του Νεύτωνα
- ❖ Αναλύει τις δυνάμεις που εφαρμόζονται από και προς τον αναρριχητή μέσω ενός διαγράμματος ελεύθερου σώματος
- ❖ Αναφέρει και να εξηγεί τις βασικές αρχές της σταθερότητας
- ❖ Εξηγεί πως το κέντρο βάρους επηρεάζει σημαντικά την ισορροπία
- ❖ Διακρίνει τη διαφορά μεταξύ δυναμικής και κινητικής ενέργειας

Πολυπαραγοντικό μοντέλο απόδοσης

Το 1993 οι Goddard και Neumann, πρότειναν ένα πολύ-παραγοντικό μοντέλο, όσο αναφορά την απόδοση ενός αθλητή στην αναρρίχηση. Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό, κάθε απόδοση περιλαμβάνει χαρακτηριστικά από 6 διαφορετικά στοιχεία που καλύπτουν όλο το φάσμα των παραγόντων που συντελούν στην αύξηση ή μείωση της απόδοσης. Αυτά είναι:

1. Τακτική (εμπειρία, πνευματική προσέγγιση, γνώση)
2. Υπόβαθρο (ταλέντο, υγεία, διαθέσιμος χρόνος, πρόσβαση σε πίστες)
3. Ψυχολογία (φόβος, κίνητρο, κινητοποίηση)
4. Εξωτερικοί παράγοντες (τύπος βράχου, εξοπλισμός, καιρικές συνθήκες)
5. Φυσική κατάσταση (δύναμη, αντοχή, ευλυγισία)
6. Τεχνική και συναρμογή – μηχανική κινήσεως (Συναρμοστικές ικανότητες)

Το μοντέλο αυτό παρόλαυτα μπορεί να διαφέρει από διαδρομή σε διαδρομή, όσο αναφορά τη σχετική συνεισφορά κάθε παράγοντα. Για παράδειγμα, μία διαδρομή τεχνητής πίστας δημιουργεί λιγότερο φόβο σε έναν μεσαίου επιπέδου αθλητή, σε σχέση με μία διαδρομή βράχου μεγάλου ύψους. Αυτομάτως ο παράγοντας του φόβου μειώνεται, όμως ίσως μειωθεί και το κίνητρο του αθλητή σε σχέση με μία πιθανή πορεία του σε ανοιχτό πεδίο, που ενδεχομένως να τον κινητοποιούσε παραπάνω.

Στη συγκεκριμένη ενότητα θα αναλύσουμε τον παράγοντα της τεχνικής και της συναρμογής, δηλαδή της μηχανικής κάθε κινήσεως του αναρριχητή. Μέσω αυτού θα γίνει κατανοητό πως και γιατί κάποιες αρχές της μηχανικής πρέπει να ακολουθούνται σε κάθε αναρριχητική πορεία, με κύριο σκοπό την ελαχιστοποίηση των λαθών και πτώσεων. Οι Goddard και Neumann αναφέρουν ότι η αποτυχία σε μία αναρριχητική πορεία συμβαίνει όταν ο αθλητής πέφτει. Αυτό μπορεί να οφείλεται στην ανικανότητα του αθλητή να λύσει τα κινητικά μοτίβα (προβλήματα) που θα τον οδηγήσουν στο τέλος της πορείας του, αλλά η αποτυχία τις

περισσότερες των περιπτώσεων οφείλεται στο build up, δηλαδή στο “χτίσιμο”, των λαθών που έχει κάνει νωρίτερα στην διαδρομή. Γι αυτό, σε ανταγωνιστικά πλαίσια, νικητής είναι αυτός που θα σκαρφλώσει τη διαδρομή με τα λιγότερα δυνατά κινητικά λάθη.

Κινησιολογία αναρρίχησης

Η αναρρίχηση είναι ένα σπορ πολύπλευρο. Δεδομένου ότι ο αθλητής κινείται σε “ανοιχτό” και μη προβλέψιμο πεδίο, πρέπει ανά πάσα στιγμή να χρησιμοποιήσει τα άκρα και το βάρος του σώματος του με τέτοιο τρόπο ώστε να κινηθεί μηχανικά σωστά πάνω στο βράχο, με την χαμηλότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας. Ο τύπος κίνησης που γίνεται στην αναρρίχηση είναι γενική κίνηση. Όπως αναφέρθηκε στην 2^η ενότητα, η γενική κίνηση περιλαμβάνει συνδυασμό γραμμικής κίνησης όλου του σώματος (κίνηση δηλαδή του σώματος κατά μήκος του τοίχου, σε μία τροχιά) και γωνιακών κινήσεων των μελών του σώματος με άξονες περιστροφής τις αρθρώσεις που δημιουργούν. Αυτές οι γωνιακές – περιστροφικές κινήσεις λαμβάνουν χώρα και στα τρία ανατομικά επίπεδα, οβελιαίο – εγκάρσιο – μετωπιαίο. Οι κινήσεις που παρατηρούνται είναι οι εξής:

- Κάμψη – έκταση (Οβελιαίο)
- Πλάγια κάμψη (Μετωπιαίο)
- Απαγωγή – Προσαγωγή (Μετωπιαίο)
- Ανάσπαση – Κατάσπαση ωμοπλάτης (Μετωπιαίο)
- Πρηνισμός – Υπτιασμός (Μετωπιαίο)
- Έσω – Έξω στροφή (Εγκάρσιο)

Είναι προφανές ότι πολλές κινήσεις λαμβάνουν χώρα στο μετωπιαίο επίπεδο. Αυτό είναι κατανοητό μιας και η ελευθερία κινήσεων στο επίπεδο αυτό (πλάγιες κινήσεις) είναι μεγάλη πάνω σε ένα βράχο σε σχέση για παράδειγμα με το οβελιαίο (προσθιοπίσθιες κινήσεις), όπου ο βράχος εμποδίζει τις πρόσθιες κινήσεις του σώματος. Παρόλαυτα, όλες οι παραπάνω κινήσεις λαμβάνουν χώρα σε κάθε αναρριχητικό – κινητικό μοτίβο, με τις αναλογίες να αλλάζουν από παράγοντες όπως η ταχύτητα της κίνησης, η κλίση του βράχου κ.α.

Μηχανικά φορτία στο ανθρώπινο σώμα

Η δύναμη της βαρύτητας είναι ένα μηχανικό φορτίο που δέχεται συνεχώς το ανθρώπινο σώμα. Άλλο μηχανικό φορτίο είναι οι δυνάμεις που ασκούν οι μύες στα οστά ώστε να τα κινήσουν. Τα μηχανικά φορτία όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα, είναι δυνάμεις που δέχεται το ανθρώπινο σώμα αλλά και που αυτό μπορεί να εφαρμόσει σε άλλο. Το αποτέλεσμα που θα φέρουν αυτές οι δυνάμεις στο εκάστοτε σώμα, ωφέλιμο η επιβλαβές, εξαρτάται όχι μόνο από το μέγεθος τους αλλά και από την διεύθυνση, τη διάρκεια τους και το υλικό που είναι κατασκευασμένο το σώμα που δέχεται αυτές τις δυνάμεις. Παρακάτω παρουσιάζονται συνοπτικά τα μηχανικά φορτία που μπορεί να δεχθεί το ανθρώπινο σώμα.

Συμπίεση

Συμπίεση ή αλλιώς θλίψη, ονομάζεται η συμπιεστική δύναμη που δέχεται ένα σώμα παράλληλα στον διαμήκη άξονα του. Όταν ένας άνθρωπος στέκεται όρθιος, η δύναμη της βαρύτητας δημιουργεί στον διαμήκη άξονα του σώματος του μηχανική φόρτιση προς τη γη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη συμπιεστική δύναμη στα οστά που στηρίζουν όλο του το βάρος.

Εφελκυσμός

Ο εφελκυσμός, η όπως θα μπορούσε αλλιώς να χαρακτηριστεί η διάταση, είναι το άκρως αντίθετο της συμπίεσης. Παρότι και οι δύο δυνάμεις δρουν στην ίδια διεύθυνση (διαμήκη άξονα), η δύναμη του

εφελκυσμού είναι μία ελκτική δύναμη δρώντας στην αντίθεση κατεύθυνση από αυτή της συμπίεσης. Ένα παράδειγμα δύναμης εφελκυσμού είναι η δύναμη που παράγουν οι μύες του σώματος στα οστά με τα οποία είναι συνδεδεμένοι με σκοπό να τα “τραβήξουν” για να παράξουν την κίνηση.

Διάτμηση

Άλλο μηχανικό φορτίο στο ανθρώπινο σώμα είναι η διάτμηση. Η διάτμηση δρα παράλληλα στην επιφάνεια ενός αντικειμένου, αντιθέτως με την συμπίεση και τον εφελκυσμό που δρουν κατά μήκος του διαμήκη άξονα του. Η δύναμη της διάτμησης προκαλεί, η τείνει να προκαλέσει, ολίσθηση ή εκτόπιση ενός τμήματος του αντικειμένου σε σχέση με ένα άλλο τμήμα του.

Κάμψη

Η κάμψη είναι το αποτέλεσμα μηχανικής φόρτισης κατά την οποία στη μία πλευρά του αντικειμένου δημιουργείται συμπίεση και στην άλλη εφελκυσμός. Αυτό μπορεί να δημιουργηθεί μόνο με μία μη αξονική (έκκεντρη) δύναμη στο αντικείμενο.

Στρέψη

Στρέψη ονομάζουμε τη μηχανική φόρτιση που συμβαίνει γύρω από τον διαμήκη άξονα ενός σώματος. Συνήθως συμβαίνει όταν προκαλείται στροφή σε μία δομή ενώ το ένα άκρο της είναι σταθερό. Συχνό παράδειγμα είναι τα κατάγματα κνήμης σε αθλήματα χιονοδρομίας, όπου το πέλμα μένει σταθερό στο έδαφος με όλη τη στροφική φόρτιση να καταλήγει στο κνημιαίο οστό.

Παρόλαυτα, τα περισσότερα μηχανικά φορτία που δέχεται το ανθρώπινο σώμα δημιουργούν ταυτόχρονα **συνδυασμένες φορτίσεις**. Αυτός είναι ο περισσότερο συνηθισμένος τύπος φόρτισης του ανθρώπινου σώματος και συναντάται και σε κινητικά μοτίβα αναρρίχησης.

Τριβή και αναρρίχηση

Η αναρρίχηση είναι ένα σπορ ιδιαίτερο. Ο αθλητής πρέπει να εκτελέσει κινητικά μοτίβα υψηλής ποιότητας, ώστε να ολοκληρώσει την πορεία του επιτυχημένα, με όσο το δυνατόν χαμηλότερο ενεργειακό κόστος, αποφεύγοντας την πτώση. Αυτά τα κινητικά μοτίβα πρέπει να εκτελεστούν με μεγάλη ακρίβεια και σταθερότητα. Η σταθερότητα επιτυγχάνεται μέσω διατήρησης της δυναμικής αλλά και της στατικής του ισορροπίας, αναλόγα με την εκάστοτε κίνηση. Ένας παράγοντας που συντελεί σε μεγάλο βαθμό στο ποσοστό σταθερότητας, είναι η δύναμη της τριβής. Η τριβή που παρουσιάζεται κατά την αναρρίχηση, είναι κυρίως η τριβή μεταξύ των άκρων (δακτύλων χειρός – παπουτσιών), ίσως και μεταξύ άλλων σημείων του σώματος, του αθλητή και του τοίχου με τον οποίο βρίσκεται σε επαφή. Αντιθέτα από άλλα αθλήματα, όπου ο κύριος στόχος είναι η ελαχιστοποίηση της τριβής, όπως για παράδειγμα στο σκι, στην αναρρίχηση είναι απαραίτητη η μεγιστοποίηση της τριβής μεταξύ των σημείων επαφής, ώστε ο αθλητής να έχει τη δυνατότητα να ισορροπεί πάνω στον τοίχο, καταναλώνοντας χαμηλό ποσοστό ενέργειας. Εάν η τριβή που παρουσιάζεται μεταξύ των σημείων επαφής με τον τοίχο είναι ελλιπής, ο αθλητής θα αναγκαστεί να εφαρμόσει μεγαλύτερες δυνάμεις στα σημεία αυτά ώστε να εξισοροπήσει αυτό το έλλειμα δύναμης, με αποτέλεσμα να καταναλώνει περισσότερη μυική ενέργεια, αλλά και να αυξάνει την πιθανότητα πτώσης. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την τριβή στην αναρρίχηση και που μπορεί ο αθλητής να μελετήσει για την μεγιστοποίηση της είναι οι εξής:

- Σκόνη μαγνησίας
- Κατάλληλα υποδήματα
- Τύπος βράχου
- Καιρικές συνθήκες
- Κλίση του βράχου
- Κάθετη δύναμη που εφαρμόζει ο αθλητής στο σημείο επαφής

Οι δύο πρώτοι παράγοντες έχουν να κάνουν με τον εξοπλισμό που χρησιμοποιεί ο κάθε αθλητής. Εάν υποθέσουμε ότι μιλάμε για έμπειρους αθλητές που χρησιμοποιούν τον καταλληλότερο εξοπλισμό, μπορούμε να αφήσουμε στην άκρη αυτούς τους παράγοντες. Επίσης ο τύπος του βράχου διαδραματίζει σημαντικό ρόλο, αλλά και οι καιρικές συνθήκες που μπορούν να επηρεάσουν την επιφάνεια του. Ένας λείος βράχος είναι δυσκολότερο να αναρριχηθεί από ένα βράχο με πιο τραχειά επιφάνεια, ειδικά εάν ο πρώτος έχει δεχθεί νερό και υγρασία λόγω καιρικών συνθηκών. Η ενότητα αυτή όμως αναφέρεται στη μηχανική της κίνησης και πως ο αθλητής μπορεί να αλλάξει τις κινήσεις και τη στάση του σώματος προς όφελος του. Η τριβή ολίσθησης είναι η αντίθετη δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα όταν αυτό θέλει να ολισθήσει πάνω σε μία επιφάνεια. Η διεύθυνση του είναι παράλληλη προς την επιφάνεια και έχει φορά αντίθετη με τη φορά της κίνησης του σώματος. Υπολογίζεται από τον τύπο : $T = \Delta\kappa\alpha\theta. * \eta$, όπου T=τριβή, Δκαθ.= κάθετη δύναμη που ασκεί το σώμα πάνω στην επιφάνεια και η=συντελεστής τριβής που έχει να κάνει με τη φύση των δύο σωμάτων που έρχονται σε επαφή. Από τον τύπο καταλαβαίνουμε ότι η τριβή δεν εξαρτάται από το εμβαδόν της επιφάνειας των σωμάτων που είναι σε επαφή, αλλά ούτε και από την ταχύτητα της κίνησης. Αν αφήσουμε στην άκρη τον συντελεστή τριβής, που εξαρτάται από προηγούμενους παράγοντες που αναφέραμε (μαγνησία, υποδήματα, τύπος βράχου κ.α), ο μόνος παράγοντας που μπορεί ο αθλητής να μεταβάλλει, είναι η κάθετη δύναμη (Δκαθ) που θα εφαρμόσει στο σημείο επαφής. Η συνολική δύναμη που εφαρμόζει ο αθλητής στο σημείο επαφής, αναλύεται σε δύο συνιστώσες, όπου η μία είναι κάθετη στον βράχο και η άλλη παράλληλη προς αυτόν (φορά προς τη βάση). Όσο μεγαλύτερη είναι η κάθετη δύναμη, τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η τριβή. Η κάθετη δύναμη τώρα επηρεάζεται κατά πολύ από το κέντρο βάρους του σώματος. Όσο πιο κοντά είναι το κέντρο βάρους στο σημείο επαφής, τόσο μεγαλύτερη θα είναι αυτή. Εάν το κέντρο βάρους βρίσκεται είτε σε μεγάλη κάθετη απόσταση από το βράχο, είτε σε μεγάλη υψομετρική απόσταση, τότε η Δκαθ ελαχιστοποιείται. Αυτό μελετάται ύστερα από τριγωνομετρική ανάλυση της συνολικής δύναμης που εφαρμόζεται στο σημείο. Ανάλογα το σημείο του κέντρου βάρους στο χώρο, οι δύο συνιστώσες μεταβάλλουν το μέγεθος τους. Το καλύτερο σημείο του κέντρου βάρους στο χώρο, είναι το σημείο αυτό, όπου όλο το μέγεθος της συνολικής δύναμης αντιπροσωπεύεται από την Δκαθ, μεγιστοποιώντας έτσι την δύναμη της τριβής.

Νόμοι του Νεύτωνα

Ο Νεύτωνας είχε διατυπώσει στο παρελθόν τρεις νόμους οι οποίοι άλλαξαν την ιστορία της φυσικής και που χρησιμοποιούνται μέχρι σήμερα σε ότι αναφορά την μηχανική και την κίνηση γενικότερα.

- **1ος Νόμος – Νόμος της Αδράνειας** : Ένα ακίνητο σώμα θα παραμείνει σε ακινησία, η θα συνεχίσει να κινείται με σταθερή ταχύτητα, εάν δεν δράσει πάνω του μία δύναμη αλλάζοντας την κινητική του κατάσταση.
- **2ος Νόμος – Νόμος της Επιτάχυνσης** : Η επιτάχυνση ενός σώματος είναι ευθέως ανάλογη της συνολικής δύναμης που ασκείται πάνω του και αντιστρόφως ανάλογης της μάζας του.
 $\Sigma F = m * a \Rightarrow a = \Sigma F / m$
- **3ος Νόμος – Νόμος Δράσης – Αντίδρασης** : Όταν ένα σώμα εφαρμόζει μία δύναμη πάνω σε ένα άλλο σώμα, τότε το δεύτερο εφαρμόζει πίσω δύναμη ίσου μεγέθους και αντίθετης κατεύθυνσης. $F = - F$

Δυνάμεις

Οι δυνάμεις που δρουν από και προς τον αναρριχητή κατά τη διάρκεια που βρίσκεται στον τοίχο, παρουσιάζονται και αναλύονται σε ένα διάγραμμα ελεύθερου σώματος. Αυτό περιλαμβάνει τα δύο σώματα που είναι σε επαφή (αθλητής – τοίχος ή/και σχοινί) και τις δυνάμεις που αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους. Οι δυνάμεις που είναι παρούσες είναι οι εξής:

- Βαρύτητα
- Δύναμη του σχοινιού στον αναρριχητή (εάν υπάρχει)
- Δύναμη του αθλητή στον τοίχο
- Δύναμη αντίδρασης του τοίχου στον αθλητή
- Τριβή

Όλες αυτές οι δυνάμεις, παρουσιάζονται σε δύο άξονες, κάθετους μεταξύ τους, ώστε να είναι ευκολότερη η ανάλυση και κατ'επέκταση ο έλεγχος αλληλεπίδρασης μεταξύ τους. Όποιες από αυτές τις δυνάμεις δρουν σε διεύθυνση διαφορετική από αυτές των δύο αξόνων, αναλύονται τριγωνομετρικά σε συνιστώσες κάθετες μεταξύ τους, σε αυτούς τους άξονες. Όταν ο αθλητής βρίσκεται σε ακινησία, στόχος του είναι να διατηρήσει την στατική του ισορροπία και αυτό επιτυγχάνεται όταν το διανυσματικό άθροισμα όλων αυτών των δυνάμεων ισούται με μηδέν. Αυτό στην πράξη σημαίνει ότι όλες οι δυνάμεις αλληλοεξουδετερώνονται μεταξύ τους, δηλαδή έχουν ίδιο μέτρο και αντίθετη φορά. Πιο συγκεκριμένα, κατά την ακινησία του αθλητή πάνω στο βράχο, η δύναμη της βαρύτητας είναι ίση και αντίθετη με την συμπιεστική δύναμη που εφαρμόζει ο αθλητής προς τα πάνω (συνήθως με τα πόδια του), αποφεύγοντας έτσι την κάθετη πτώση. Σε αυτή την κάθετη δύναμη του αθλητή προς τα πάνω, συνεισφέρει και η κάθετη συνιστώσα της ελκτικής δύναμης του σχοινιού στην περίπτωση που υπάρχει αυτή η υποβοήθηση. Μιας και η βαρυτική δύναμη είναι αυτή που ωθεί τον αθλητή στην πτώση, το μεγαλύτερο ποσοστό (συμπιεστικής) δύναμης εφαρμόζεται συνήθως από τα κάτω άκρα. Επίσης, σύμφωνα με τον 3^ο Νόμο του Νεύτωνα (νόμος δράσης – αντίδρασης), η δύναμη που θα εφαρμόσει ο αθλητής με κάθε ένα από τα άκρα του στα σημεία επαφής, θα δημιουργήσει δυνάμεις αντίδρασης από τον βράχο πίσω σε αυτόν, ίσου μέτρου και αντίθετης κατεύθυνσης. Τα χέρια του αθλητή και πιο συγκεκριμένα τα δάκτυλα του, εφαρμόζουν ελκτικές δυνάμεις στις "λαβές" του βράχου που με τη σειρά τους εφαρμόζουν κι αυτές δυνάμεις πίσω στα δάκτυλα. Με αυτό τον τρόπο ο αθλητής "έλκεται" κατά μία έννοια από τον βράχο, έχοντας έτσι σταθερότερο κράτημα. Στην τελευταία περίπτωση συνεισφέρει και η δύναμη της τριβής.

Αρχές σταθερότητας

Όπως αναφέραμε και στην 8^η ενότητα, η σταθερότητα μπορεί να επηρεαστεί από πολλούς μηχανικούς παράγοντες. Αρχικά όσο περισσότερη μάζα διαθέτει ένα σώμα, τόσο μεγαλύτερη δύναμη απαιτείται για να διαταράξουμε της κατάσταση που βρίσκεται και να του ελαχιστοποιήσουμε την σταθερότητα.

Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει την σταθερότητα είναι η τριβή. Όσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος της τριβής μεταξύ ενός αντικειμένου και της επιφάνειας με την οποία έχει επαφή, τόσο μεγαλύτερη δύναμη απαιτείται για να διαταραχτεί η ισορροπία του και άρα τόσο μεγαλύτερη και η σταθερότητα του.

Η βάση στήριξης είναι επίσης ένας καθοριστικός παράγοντας. Η βάση στήριξης αποτελείται από το εμβαδόν της επιφάνειας που περικλείεται από τα ακραία σημεία του σώματος που βρίσκονται σε επαφή με την επιφάνεια υποστήριξης. Όσο μεγαλύτερο είναι αυτό το εμβαδόν, τόσο μεγαλύτερη είναι η σταθερότητα.

Αυτό συμβαίνει γιατί όταν η γραμμή δράσης του βάρους κινηθεί έξω από αυτή τη βάση, δημιουργείται ροπή που τείνει να προκαλέσει γωνιακή κίνηση του σώματος. Με μεγαλύτερο εμβαδόν στήριξης, αυτό είναι λιγότερο πιθανό να συμβεί.

Οι τελευταίοι δύο παράγοντες που επηρεάζουν τη σταθερότητα ενός σώματος ή αντικειμένου είναι η οριζόντια θέση και το ύψος του κέντρου βάρους του σώματος σε σχέση με τη βάση στήριξης. Όσο πιο κοντά βρίσκεται η οριζόντια θέση του κέντρου βάρους του σώματος στα ακραία σημεία της βάσης στήριξης, τόσο μεγαλύτερη δύναμη απαιτείται για να διαταραχθεί η ισορροπία του. Από την άλλη, όσο ψηλότερα βρίσκεται το κέντρο βάρους σε σχέση με τη βάση στήριξης, τόσο μεγαλύτερη θα είναι η ροπή που θα δημιουργηθεί σε ενδεχόμενη γωνιακή μετατόπιση του σώματος και τόσο μεγαλύτερη η πιθανότητα να διαταραχθεί η σταθερότητα.

Στην περίπτωση της αναρρίχησης η μάζα του αθλητή παίζει διαφορετικό ρόλο. Μπορεί εξ' ορισμού η σταθερότητα να αυξάνεται με την αύξηση της μάζας, αλλά κατά την αναρρίχηση τοίχου η αυξημένη μάζα δρα αρνητικά μιας και αυξάνει το βάρος του αθλητή, με αποτέλεσμα να χρειαστεί να εφαρμόσει πολύ μεγαλύτερες δυνάμεις για να αποφύγει την πτώση. Επίσης, ένας άλλος παράγοντας που συμβάλει στην σταθερότητα και συναντάται σε ριψοκίνδυνα αθλήματα, είναι η σχέση μεταξύ φυσικής και ψυχολογικής κατάστασης, δεδομένου ότι σε τέτοια σπορ είναι παρούσα και η μεταβλητή του φόβου.

Κέντρο βάρους και αναρρίχηση

Σε προηγούμενη ενότητα αναφέρθηκε ότι η μάζα ενός σώματος είναι η συνολική ύλη από την οποία αποτελείται και εξαρτάται άμεσα από αυτή. Υπάρχει ένα συγκεκριμένο σημείο σε κάθε σώμα, όπου η μάζα αυτή είναι ίσα κατανομημένη προς όλες τις κατευθύνσεις. Αυτό το σημείο ονομάζεται κέντρο μάζας του σώματος. Παρόλαυτα, επειδή ζούμε μέσα στην επιρροή της βαρύτητας και επειδή η μάζα είναι ευθέως ανάλογη του βάρους ($B = m * g$), αυτό το σημείο αναφέρεται και ως κέντρο βάρους του σώματος, το σημείο δηλαδή όπου το βάρος του σώματος είναι ισορροπημένο προς όλες τις κατευθύνσεις, ή πιο ορθά, το σημείο όπου το άρθροισμα των ροπών που παράγεται από όλα τα βάρη των μελών του σώματος είναι μηδέν. Στο ανθρώπινο σώμα αυτό το σημείο είναι περίπου τοποθετημένο στο σημείο του ομφαλού. Παρόλαυτα, μπορεί να αλλάξει θέση, όταν όλο το σώμα κινηθεί ή αλλάξει στάση. Σε αυτό το σημείο έχει πάντοτε εφαρμογή η δύναμη της βαρύτητας, ως ένα διάνυσμα με κατεύθυνση το κέντρο της γης. Αυτό το διάνυσμα, κατά την όρθια βασική ανατομική στάση, "πεφτει" ακριβώς στο κέντρο της βάσης στήριξης, το οποίο αποτελείται από το εμβαδόν που σχηματίζεται από τα δύο κάτω άκρα, όπως έχει αναφερθεί στο 8^ο κεφάλαιο. Τώρα, εάν το διάνυσμα του βάρους "πεσει" έξω από αυτή τη βάση, η ισορροπία θα χαθεί και θα πρέπει να ενεργήσουν άλλες δυνάμεις για να την επαναφέρουν. Στο ανθρώπινο σώμα, η κύρια βάση στήριξης είναι τα πόδια. Αυτό μπορούμε να το "τεστάρουμε" πλαγιάζοντας το κορμί μας προς μία πλευρά, καθώς στηριζόμαστε μόνο στο ένα πόδι. Η στάση αυτή αυτομάτως αλλάζει τη βάση στήριξης, η οποία τώρα είναι το ένα πόδι, που μάλιστα έχει και μικρότερο εμβαδόν επιφάνειας. Καθώς το κέντρο βάρους περάσει οριζόντια τον άξονα του ποδιού στήριξης, αρχίζει σιγά σιγά να ελαχιστοποιείται η ισορροπία και αργότερα επέρχεται η πτώση. Εάν ο αθλητής αναρρίχησης τοποθετεί το σώμα του με τέτοιο τρόπο, ώστε το κέντρο βάρους του να είναι σχετικά μόνιμα μέσα στα πλαίσια της βάσης στήριξης, τότε θα μπορεί να εκτελέσει σταθερό και αποδοτικό σκαρφάλωμα. Στην πράξη υπάρχουν δύο τρόποι ώστε να αποφευχθεί η τοποθέτηση του κέντρου βάρους μακριά από τη βάση στήριξης. Πρώτον, να δημιουργήσει ο αθλητής μεγάλο εμβαδόν βάσης στήριξης (ανοιχτά πόδια) και δεύτερον να χαμηλώσει το κέντρο βάρους του λυγίζοντας τα γόνατα. Η ταυτόχρονη χρησιμοποίηση και των δύο τρόπων αυξάνει δραματικά την σταθερότητα πάνω στον τοίχο, με την προϋπόθεση πάντα ότι τα πόδια στηρίζονται σε σταθερές θέσεις για να μπορεί να μεταφερθεί το βάρος πάνω σε αυτά, αλλά και ταυτόχρονα να μειωθεί το ποσοστό βάρους που κρατούν τα χέρια. Η μεταφορά μεγάλου ποσοστού βάρους στα πόδια

έχει ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό. Όσο κοντύτερα στον βράχο είναι τοποθετημένος ο αθλητής, τόσο μεγαλύτερο κάθετο βάρος μπορούν να απορροφήσουν τα κάτω άκρα.

Μία άλλη ιδιαίτερη τεχνική που χρησιμοποιείται από αθλητές και που έχει να κάνει άμεσα με το κέντρο βάρους, είναι το γνωστό *Flagging*. Στη συγκεκριμένη περίπτωση ο αθλητής καθώς σκαρφαλώνει, ρίχνει το ένα του πόδι εκτός βάσης στήριξης, στο κενό. Αυτή είναι μία εξαιρετική τεχνική χρήσης του κέντρου βάρους. Ο αθλητής στην πράξη νιώθει ότι εάν κινηθεί με σκοπό να αλλάξει λαβή χωρίς flagging, θα χάσει την ισορροπία του και θα πέσει. Η χρήση του ποδιού εκτός βάσης στήριξης, επανατοποθετεί κατά κάποιο τρόπο θα λέγαμε το κέντρο της ισορροπίας, επιτρέποντας ευκολότερη διάταξη και κίνηση για την αλλαγή λαβής, χωρίς μεγάλο ενεργειακό κόστος. Όλα τα παραπάνω είναι χρήσιμα στοιχεία που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην πράξη από τον αθλητή. Παρόλαυτα υπάρχει και η περίπτωση του bouldering, όπου όσο πιο αρνητική είναι η κλίση του τοίχου, τόσο πιο δύσκολο είναι για τον αθλητή να στηρίξει το κέντρο βάρους στα πόδια του, με αποτέλεσμα το μεγαλύτερο ποσοστό βάρους να το κρατούν τα χέρια. Η γενική ιδέα όμως σε αυτές τις περιπτώσεις, είναι ο αθλητής να τοποθετείται με τέτοιο τρόπο, ώστε να αποφεύγει την αυξημένη στήριξη στα χέρια του, με την κατάλληλη χρήση τεχνικής και τοποθέτησης των κάτω άκρων.

Μηχανική ενέργεια

Μηχανική ενέργεια σύμφωνα με τους ορισμούς της φυσικής, είναι το άθροισμα της δυναμικής και της κινητικής ενέργειας ενός σώματος. Ως δυναμική ενέργεια ορίζεται η ενέργεια που έχει ένα σώμα, λόγω της θέσεως που βρίσκεται σε ένα σύστημα ομογενούς δυναμικού πεδίου, δηλαδή πεδίου όπου η ένταση (εφαρμοζόμενη δύναμη) είναι σταθερή σε όλη την έκταση του. Πολλές φορές αναφέρεται και σαν δυναμική ενέργεια θέσεως. Στην γη, ως δυναμική ενέργεια αναφέρουμε την βαρυτική δυναμική ενέργεια. Ο τύπος της δυναμική ενέργειας είναι ο εξής: $E_{δυν} = F * h$, όπου F = η δύναμη που ασκείται πάνω στο σώμα και h = η απόσταση από το σημείο του πεδίου όπου η δυναμική ενέργεια είναι μηδέν. Στα πλαίσια της γης, η δύναμη αυτή είναι το βάρος ($m * g$) και η απόσταση είναι το ύψος του κάθε σώματος από την επιφάνεια της γης. Από την άλλη, ως κινητική ενέργεια ορίζεται η ενέργεια που έχει ένα σώμα λόγω του ότι βρίσκεται σε κατάσταση κίνησης. Ο τύπος της είναι $E_{κιν} = \frac{1}{2} * m v^2$, όπου m = η μάζα του σώματος και v = η ταχύτητα του. Η κινητική και η δυναμική ενέργεια θεωρούνται δύο διαφορετικές μορφές της μηχανικής ενέργειας. Κατά τη διάρκεια της κίνησης ενός σώματος, εφόσον δεν υπάρχουν τριβές, η δυναμική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική και το αντίστροφο, με το άθροισμα τους όμως να είναι πάντοτε σταθερό και ίσο με τη συνολική μηχανική ενέργεια που αρχικά είχε το σώμα $\rightarrow E_{μηχ1} = E_{μηχ2} \Rightarrow E_{δυν1} + E_{κιν1} = E_{δυν2} + E_{κιν2}$.

Ερωτήσεις:

1. Ποιο από τα παρακάτω δεν αφορά εξωτερικό παράγοντα στην αναρρίχηση;
 - a) Εξοπλισμός
 - b) Κλίμα
 - c) Τύπος βράχου
 - d) Φόβος**
2. Η ανάσπαση και κατάσπαση ωμοπλάτης είναι κινήσεις που λαμβάνουν χώρα σε ποιο επίπεδο;
 - a) Οβελιαίο
 - b) Προσπθιοπίσθιο
 - c) Εγκάρσιο
 - d) Μετωπιαίο**
3. Η δύναμη της τριβής κατά την αναρρίχηση δρα:
 - a) Προς τον βράχο
 - b) Από τον βράχο προς τον αθλητή
 - c) Προς τα πάνω στο σημείο επαφής**
 - d) Προς τα κάτω στο σημείο επαφής
4. Σε ποια από τις παρακάτω περιπτώσεις ο αναρριχητής έχει καλύτερη ισορροπία;
 - a) Υψηλό κέντρο βάρους που τοποθετείται ανάμεσα στη βάση στήριξης
 - b) Χαμηλό κέντρο βάρους που τοποθετείται ανάμεσα στη βάση στήριξης**
 - c) Χαμηλό κέντρο βάρους που τοποθετείται έξω από τη βάση στήριξης
 - d) Υψηλό κέντρο βάρους που τοποθετείται έξω από τη βάση στήριξης
5. Όταν ένα σώμα μεταβαίνει από μία θέση σε μία άλλη η μηχανική του ισορροπία:
 - a) Αυξάνεται
 - b) Παραμένει σταθερή**
 - c) Μειώνεται
 - d) Τίποτα από τα παραπάνω

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Hall S.J. (2002). *Basic Biomechanics*. McGraw-Hill Companies, USA

Christofer J.L. (2005). *Biomechanics of Rock Climbing Technique*. White Rose Q ETeses Online. University of Leeds, University of York, University of Sheffield. Web. 30 Apr. 2015.

"The Physics of Rock Climbing ". PhysicsEdu. 14 Sept. 2014. Web. 28 Apr. 2015.