



HMY 370

Εισαγωγή στη Βιοϊατρική Μηχανική

Αρχές Εμβιομηχανικής



- **Τι είναι εμβιομηχανική;**

- Η μελέτη των εσωτερικών και εξωτερικών δυνάμεων που επενεργούν στα μέρη του σώματος, και τα αποτελέσματα αυτών των δυνάμεων
- Οι αρχές της μηχανικής όπως εφαρμόζονται στην ανθρώπινη κίνηση
- Κινησιολογία
 - Μελέτη της κίνησης
 - Τείνει να επικεντρώνεται στο νευρο μυοσκελετικό σύστημα

- **Προβλήματα που μελετούνται στην εμβιομηχανική**

1. Πώς μπορεί να ενισχυθεί η ανθρώπινη απόδοση;
2. Πώς μπορούν να προληφθούν οι τραυματισμοί;
3. Πώς μπορεί να επισπευσθεί η αποκατάσταση μετά από τραυματισμό;

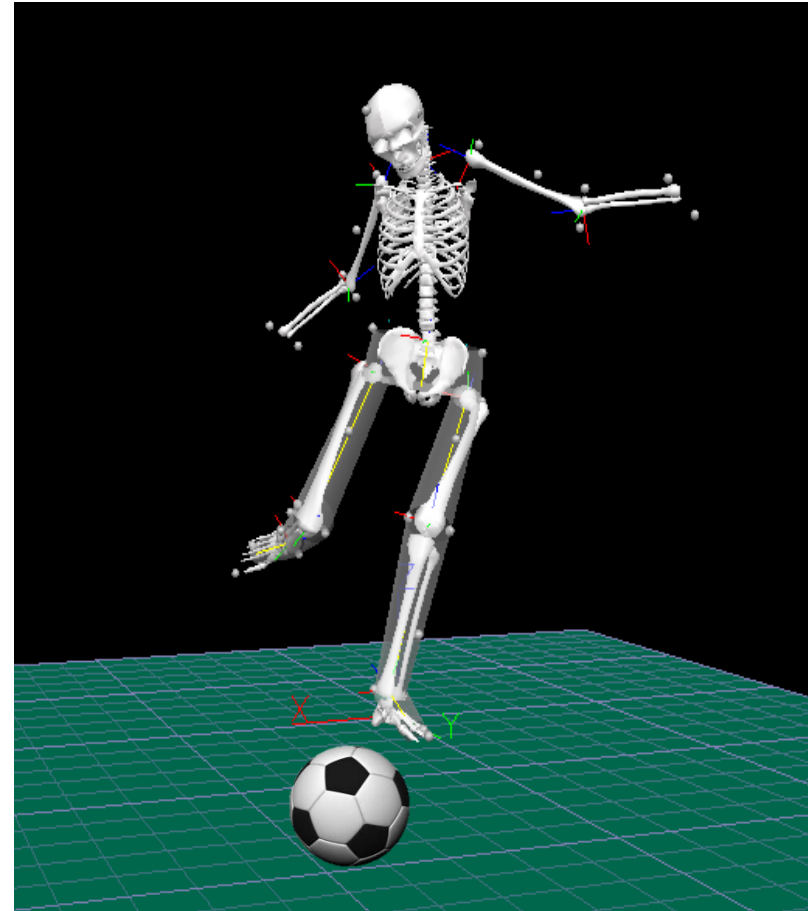
- **Περιοχές της Εμβιομηχανικής**

- Αθλητική Εμβιομηχανική
- Εργασιακή Εμβιομηχανική
- Κλινική Εμβιομηχανική

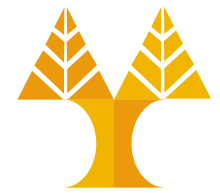


- **Κατανόηση και εφαρμογή μηχανικών αρχών στην**

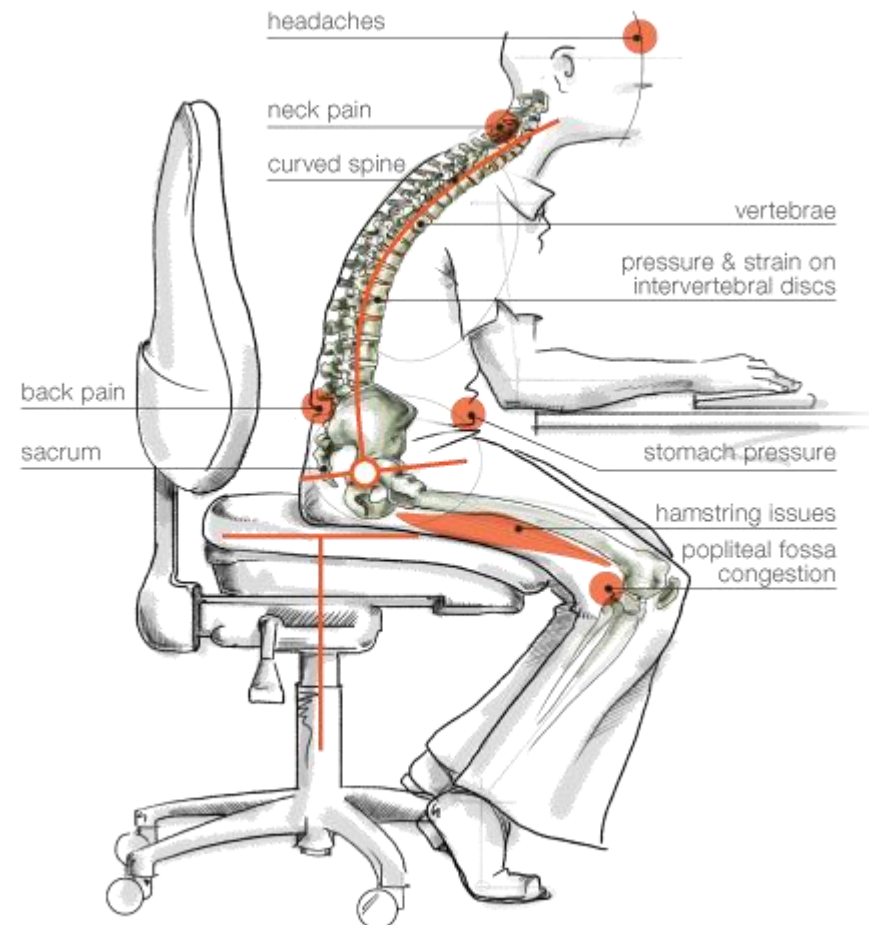
- Εκτίμηση του βέλτιστου τρόπου κίνησης του σώματος
- Επίτευξη της μέγιστης απόδοσης
- Ελαχιστοποίηση του κινδύνου τραυματισμού



Εργασιακή Εμβιομηχανική



- Σχεδιασμός συσκευών και του περιβάλλοντος εργασίας ώστε
 - Να μειωθεί η επαναλαμβανόμενη πίεση στις αρθρώσεις του εργαζομένου
 - Να μειωθούν οι τραυματισμοί αλλά και τα μακροχρόνια προβλήματα





- **Ανάλυση των μηχανισμών τραυματισμένων ασθενών και παροχή ανατροφοδότησης (biofeedback)**
 - Αποκατάσταση της φυσιολογικής λειτουργίας.



Οι 3 Νόμοι της Κίνησης του Νεύτωνα



- **Ο νόμος της αδράνειας**

- Ένα αντικείμενο σε ηρεμία τείνει να μείνει σε κατάσταση ηρεμίας και ένα αντικείμενο σε κίνηση τείνει να μείνει σε κίνηση (εκτός αν εφαρμοστεί εξωτερική δύναμη π.χ.. Τριβή ή βαρύτητας).

- **Ο νόμος της επιτάχυνσης**

- Μια δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα προκαλεί επιτάχυνση ανάλογη της δύναμης, στην κατεύθυνση της δύναμης, και αντιστρόφως ανάλογη με τη μάζα του σώματος.
- **$F = ma$**

- **Ο νόμος της αντίδρασης**

- Για κάθε δράση υπάρχει μια ίση και αντίθετη αντίδραση.



Μορφές Κίνησης



- Είναι σημαντικό να ξεχωρίσουμε τις δύο διαφορετικές μορφές κίνησης
- **Γραμμική (ή Μεταφορική) Κίνηση**
 - Κίνηση σε συγκεκριμένη κατεύθυνση.
 - Παράδειγμα: ένας σπρίντερ επιτάχυνση κάτω από τη διαδρομή.
- **Περιστροφική κίνηση**
 - Κίνηση γύρω από έναν άξονα. Η δύναμη δεν δρα μέσω του κέντρου της μάζας, αλλά είναι “εκτός κέντρου” και αυτό οδηγεί σε περιστροφή.
 - Παράδειγμα: περιστροφή του παγοδρόμου
 - **Οι περισσότερες ανθρώπινες κινήσεις είναι περιστροφικές, δηλαδή λαμβάνουν χώρα γύρω από έναν άξονα**



Κέντρο Μάζας (Βάρους)



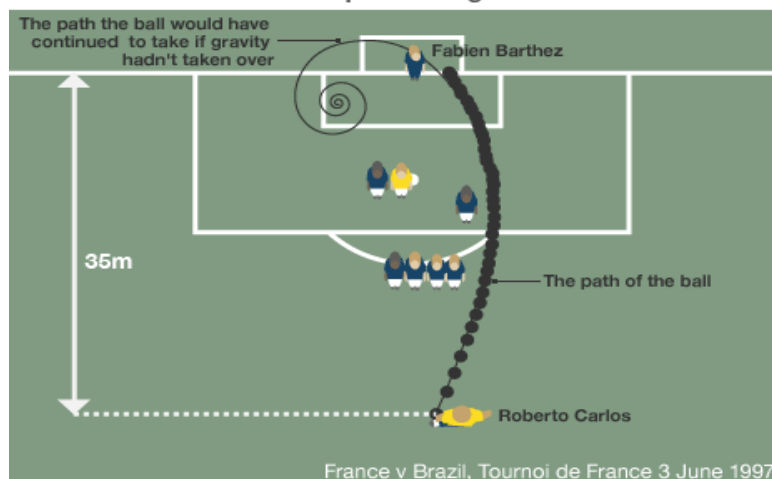
- Το σημείο σε ένα αντικείμενο όπου η μάζα του είναι εξισορροπημένη

- Το σημείο στο οποίο το αντικείμενο θα ισορροπούσε πάνω σε μια μικρή βάση
- Μια δύναμη διαμέσου του ΚΒ → γραμμική κίνηση
- Μια δύναμη σε απόσταση από το ΚΒ → Περιστροφική κίνηση

- Σημαντικό όταν η σταθερότητα είναι σημαντική



How Carlos scored an 'impossible' goal





- Οι επτά αρχές της εμβιομηχανικής ανάλυσης
- Ομαδοποιημένες σε 4 μεγάλες κατηγορίες:
 1. Σταθερότητα (stability)
 2. Μέγιστη Προσπάθεια (maximum effort)
 3. Γραμμική Κίνηση (linear motion) και
 4. Περιστροφική κίνηση (angular motion)



- **ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑ (STABILITY)**

- **Αρχή 1:**

- Η σταθερότητα αυξάνεται με
 - Χαμηλότερο Κέντρο Βάρους
 - Μεγαλύτερη βάση στήριξης
 - Το Κέντρο Βάρους πιο κοντά στη βάση
 - Μεγαλύτερη μάζα
- Παραδείγματα:
 - Πάλη Sumo
 - Πάλη (Wrestling)
 - Γυμναστική (Gymnastics)
 - Είναι αυτή η στάση σταθερή; Γιατί;



Ασταθής Ισορροπία



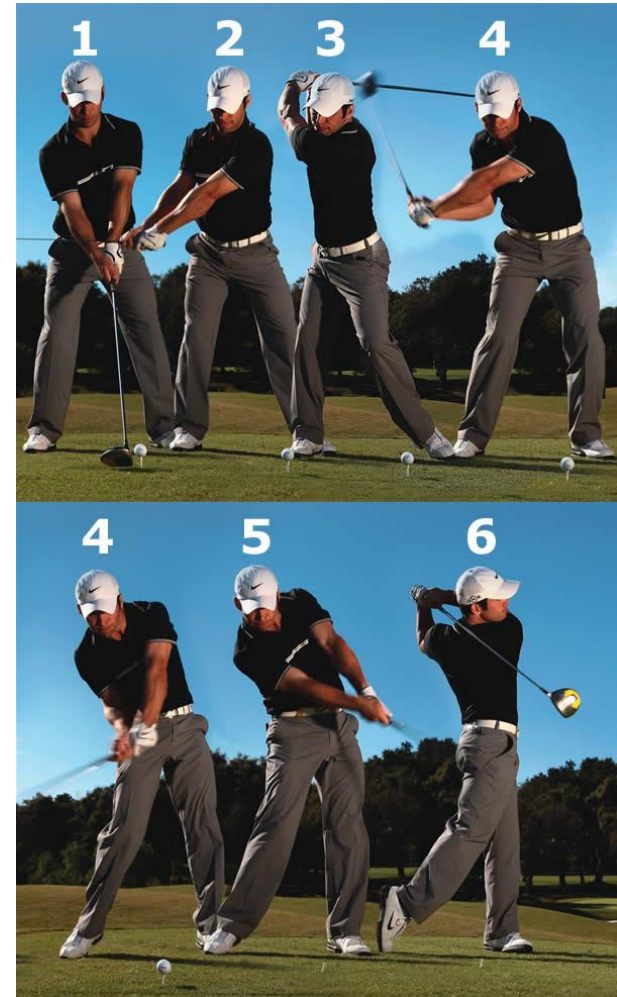
- Κάποιες φορές οι αθλητές θέλουν να έχουν ισορροπία αλλά να είναι έτοιμοι και να κινηθούν γρήγορα, δηλ. ασταθείς
- Παραδείγματα
 - Εκκίνηση δρόμου
 - Εκκίνηση κολύμβησης
 - Γιατί είναι ασταθείς σε αυτή τη στάση;



Εμβιομηχανική Ανάλυση



- **ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΡΟΣΠΑΘΕΙΑ (MAXIMUM EFFORT)**
- **Αρχή 2:**
 - Για παραγωγή της **μέγιστης δύναμης** απαιτείται η χρήση όλων των δυνατών κινήσεων των κλειδώσεων οι οποίες συνεισφέρουν στο στόχο
 - Παραδείγματα:
 - Άρση βαρών
 - Εκκίνηση δρόμου



Εμβιομηχανική Ανάλυση



- ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΡΟΣΠΑΘΕΙΑ (MAXIMUM EFFORT)

- Αρχή 3:

- Για την παραγωγή της **μέγιστης ταχύτητας** απαιτείται η χρήση όλων των κλειδώσεων με τη σειρά
 - Μεγαλύτερη → μικρότερη
- Παραδείγματα:
 - Πέταγμα μπάλας μπείζμπολ
 - Χτύπημα μπάλας γκολφ





- ΓΡΑΜΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ (LINEAR MOTION)

- Αρχή 4:

- Όσο μεγαλύτερη η δύναμη που εφαρμόζεται σε ένα αντικείμενο, τόσο μεγαλύτερη η αύξηση της ταχύτητας
 - $a = F/m$
 - Είναι σημαντικό το εύρος της κίνησης (Range of Motion - ROM)
 - Παράδειγμα:
 - Χτύπημα στο βόλεϊμπολ





- **ΓΡΑΜΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ (LINEAR MOTION)**

- **Αρχή 5:**

- Η κίνηση (του σώματος) γίνεται συνήθως αντίθετα ως προς την κατεύθυνση της δύναμης που εφαρμόζεται
 - Επηρεάζεται από τη βαρύτητα και άλλες δυνάμεις
 - Αντίθετα με την κίνηση της μπάλας που γίνεται λόγω εξωτερικής δύναμης και ακολουθεί την κατεύθυνση της δύναμης
- Παραδείγματα:
 - Μπάσκετ
 - Ποδόσφαιρο



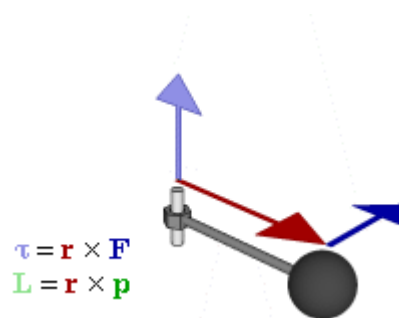
Εμβιομηχανική Ανάλυση



- ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ (ANGULAR MOTION)

- Αρχή 6:

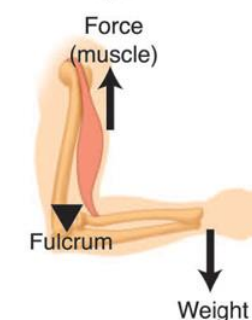
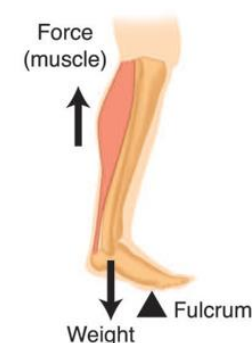
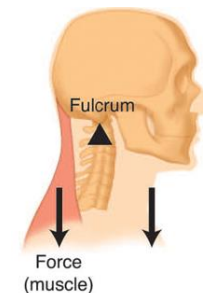
- Περιστροφική κίνηση παράγεται από την εφαρμογή μιας δύναμης σε κάποια απόσταση από τον άξονα, δηλαδή από τη ροπή (torque)
- Ροπή
 - $\tau = r \times F = |r||F|\sin(\theta)$
- Παράδειγμα:
 - Καταδύσεις



Μοχλοί



Είδος	Σχήμα	Παράδειγμα
Πρώτου	<p>Το υπομόχλιο βρίσκεται μεταξύ της δύναμης και του βάρους</p> <p>Class 1 Lever</p>	<p>Λιγότερη δύναμη</p> <p>Τραμπάλα Λοστός Σφυρί που ξεκαρφώνει το καρφί</p>
Δεύτερου	<p>Το βάρος βρίσκεται μεταξύ του υπομοχλίου και της δύναμης</p> <p>Class 2 Lever</p>	<p>Λιγότερη δύναμη</p> <p>Καροτσάκι Άνοιγμα πόρτας από το χερούλι Κωπηλασία</p>
Τρίτου	<p>Η δύναμη βρίσκεται μεταξύ του υπομοχλίου και του βάρους</p> <p>Class 3 Lever</p>	<p>Περισσότερη δύναμη, μεγαλύτερη ταχύτητα</p> <p>Φτυάρι Οι περισσότεροι μύες στο σώμα</p>



Εμβιομηχανική Ανάλυση



- ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ (ANGULAR MOTION)

- Αρχή 7:

- Η αρχή της διατήρησης της στροφορμής (angular momentum)
 - Η στροφορμή είναι σταθερή όταν ο αθλητής (ή ένα αντικείμενο) βρίσκεται στον αέρα

- Γραμμική Κίνηση (Linear motion)

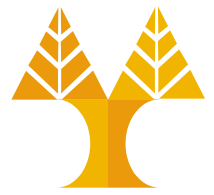
- Η δύναμη κινεί ένα αντικείμενο
- $F = ma$
- Χωρίς δύναμη υπάρχει διατήρηση της ορμής (momentum)
- $p = m v$

- Περιστροφική Κίνηση (Angular motion)

- Η ροπή (torque) προκαλεί περιστροφή σε ένα αντικείμενο
- $\tau = F \times r = I a$
 - a : γωνιακή επιτάχυνση ($\Delta\omega/\Delta t$)
 - I : περιστροφική αδράνεια (rotational inertia)
 - $I \propto m r^2$
- Αν δεν εφαρμοστεί ροπή, η στροφορμή διατηρείται
- $L = I \omega \propto m r^2 \omega$

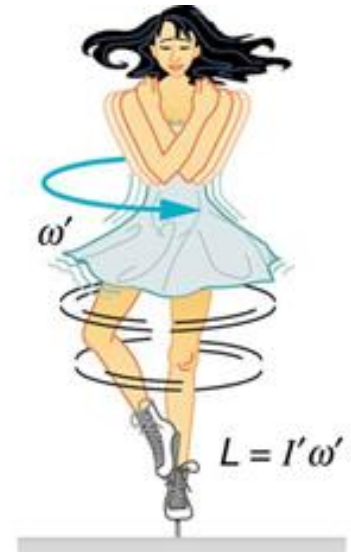
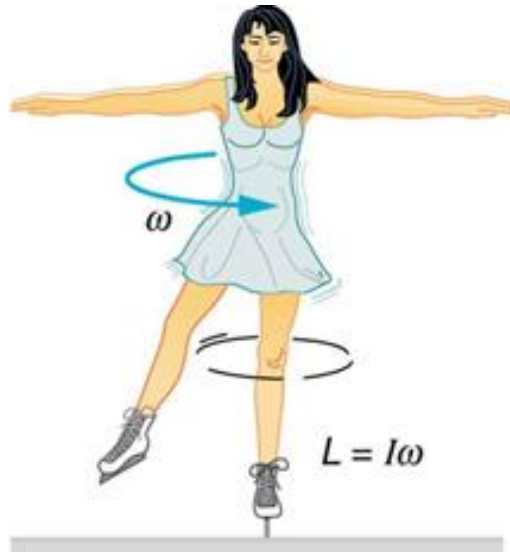


Παραδείγματα Διατήρησης της Στροφορμής



• Πατινάζ στον Πάγο (Ice-Skating)

- Ο παγοδρόμος αρχίζει να περιστρέφεται με τα χέρια ανοικτά και ξαφνικά τα κλείνει
- Η ταχύτητα περιστροφής (γωνιακή ταχύτητα) του παγοδρόμου αυξάνεται
- Εξήγηση
 - Όταν ο αθλητής φέρνει τα χέρια πιο κοντά στο σώμα, μειώνει την απόσταση μέρους της μάζας του από τον άξονα περιστροφής → μειώνεται η περιστροφική αδράνεια
 - Μια και η στροφορμή διατηρείται σταθερή → πρέπει να αυξηθεί η γωνιακή ταχύτητα για να αντισταθμίσει τη μείωση

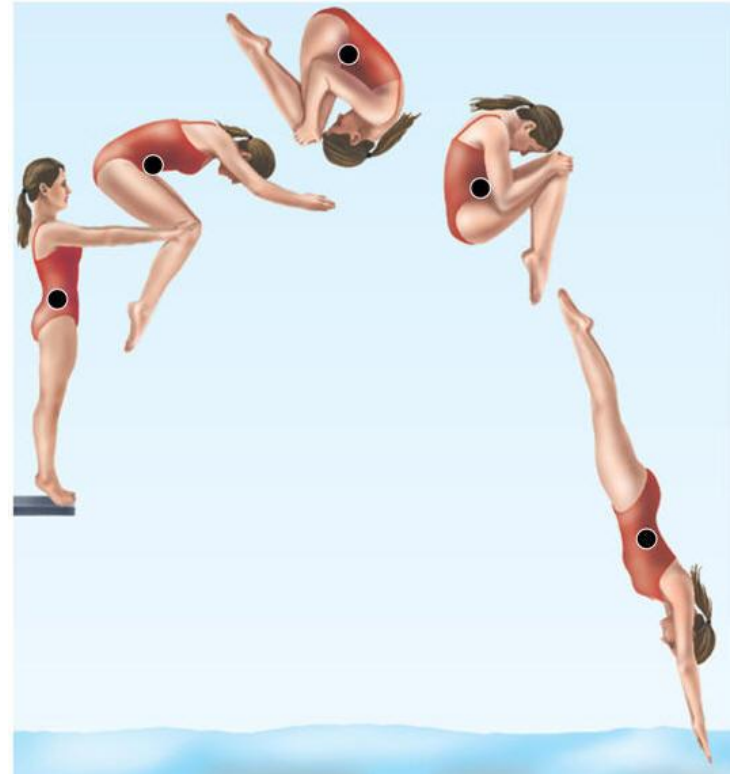


Παραδείγματα Διατήρησης της Στροφορμής



• Κατάδυση

- Μετά την εκτίναξη από τον βατήρα, ο δύτης πρώτα μαζεύει το σώμα του και μετά ανοίγει ακριβώς πριν πέσει στο νερό
- Μαζεμένο σώμα → μεγαλύτερη γωνιακή ταχύτητα
- Ανοιγμένο σώμα → μεγαλύτερη περιστροφική αδράνεια → μικρότερη γωνιακή ταχύτητα

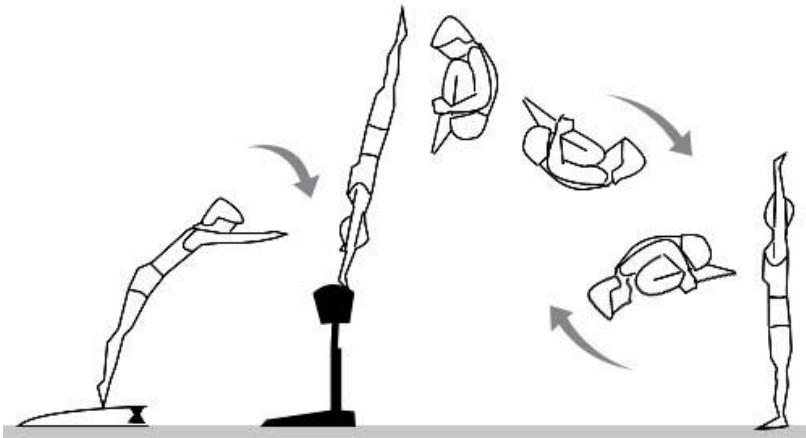


Παραδείγματα Διατήρησης της Στροφορμής



• Γυμναστική

- Με το άνοιγμα των χεριών, οι αθλητές μεγαλώνουν την περιστροφική αδράνεια και μειώνουν την γωνιακή ταχύτητα





- Η αρχή της διατήρησης της Ενέργειας
 - Ενέργεια δεν παράγεται ή καταστρέφεται αλλά μόνο μεταβάλλεται από μια μορφή σε άλλη



Στοιχεία Κινησιολογίας

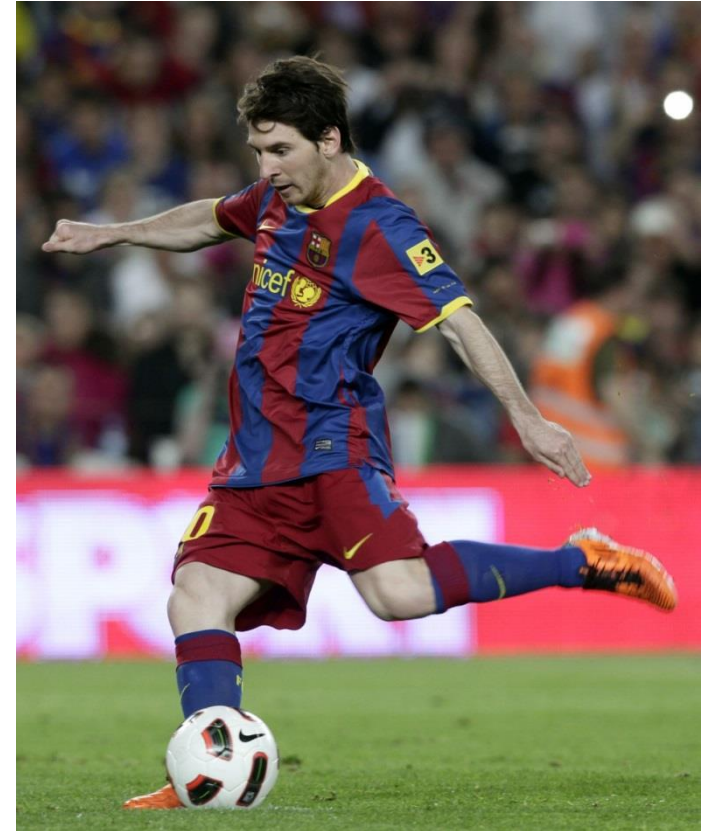


- **Πέντε Φάσεις Μιας Αθλητικής Δεξιότητας**

1. Αρχικές Κινήσεις
2. Κίνηση προς τα πίσω / Ανάκτηση
3. Κινήσεις παραγωγής δύναμης
4. Κρίσιμο σημείο
5. Συνέχεια

- **Χρησιμοποιούνται για να μοιράσουν μια δεξιότητα σε πιο μικρά μέρη**

- Βοηθούν τους προπονητές να βρουν και να διορθώσουν προβλήματα
- Τα βασικά σημεία είναι αυτά που “βλέπουν” οι προπονητές για να πετύχουν ιδανική απόδοση





Αρχικές Κινήσεις

• Βασικά Σημεία

- Αναγνώριση στόχου
- Ανοικτή στάση
- Κράτημα μπάλας με το αντίθετο χέρι
- Κράτημα μπάλας στο ύψος της μέσης
- Βλέμμα στη μπάλα



Πέντε Φάσεις Μιας Αθλητικής Δεξιότητας



Κίνηση προς τα πίσω / Ανάκτηση

• Βασικά Σημεία

- Βλέμμα στη μπάλα
- Διατήρηση καλής στάσης
- Μεγάλος τελευταίος διασκελισμός
- Κλειδωμένος αστράγαλος





Κίνηση Παραγωγής Δύναμης

• Βασικά Σημεία

- Βλέμμα στη μπάλα
- Διατήρηση καλής στάσης
- Μεγαλύτεροι μύες ως μικρότεροι μύες
- Χρήση χεριού για ισορροπία
- Ανοικτά πόδια για ισορροπία





Κρίσιμο Σημείο

• Βασικά Σημεία

- Βλέμμα στη μπάλα
- Επαφή με το σκληρότερο μέρος του ποδιού
- Κλείδωμα του ποδιού που θα κλωτσήσει προς τα πάνω
- Η μπάλα πέφτει κάτω από το γόνατο
- Κλείδωμα του ποδιού





Συνέχεια

• Βασικά Σημεία

- Ομαλές και ρευστές κινήσεις
- Το πόδι συνεχίζει προς τον στόχο
- Το βλέμμα ακολουθεί τη μπάλα προς το στόχο



Στοιχεία Κινησιολογίας



- **Γιατί δεν υπάρχουν πιο πολλά ρομπότ που να περπατούν στα δύο πόδια;**
 - Επειδή είναι ΠΟΛΥ δύσκολο!!!
- **Δυναμικό Περπάτημα (Dynamic Walking)**
 - Εκατοντάδες συγκεκριμένες κα καλά συντονισμένες κινήσεις
 - Συμμετέχουν σχεδόν όλες οι κλειδώσεις από το κεφάλι στα δάκτυλα
 - Κάθε βήμα δεν περιλαμβάνει μόνο την προώθηση του σώματος προς τα εμπρός, αλλά και τη διατήρηση της ισορροπία
 - Όταν περπατούμε είναι σαν να χάνουμε την ισορροπία μας και να πέφτουμε μπροστά
 - Ακριβώς πριν χάσουμε την ισορροπία μας, βάζουμε ένα πόδι μπροστά και στηρίζουμε το σώμα μας
- **Τρέξιμο (Running)**
 - Είναι ακόμα πιο δύσκολο μια και για κάποιο χρόνο και τα δύο μας πόδια βρίσκονται στον αέρα!





- Το καλύτερο δίποδο ρομπότ

