

# ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΕΜΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ;

**Μετά την ολοκλήρωση τού Κεφαλαίου ο αναγνώστης θα είναι σε θέση να:**

- Αποδίδει τους όρους εμβιομηχανική, στατική, δυναμική, κινηματική και δυναμική και να εξηγεί το πώς συσχετίζονται.
- Περιγράφει το πεδίο επιστημονικής έρευνας με το οποίο ασχολείται η εμβιομηχανική.
- Διακρίνει μεταξύ ποιοτικής και ποσοτικής προσέγγισης για την ανάλυση της ανθρώπινης κίνησης.
- Διατυπώνει ερωτήματα για ποιοτική ανάλυση της ανθρώπινης κίνησης.
- Χρησιμοποιεί τα 11 βήματα που περιγράφονται στο κεφάλαιο για τη επίλυση τυπικών προβλημάτων.



Η εκμάθηση βάδισης είναι από εμβιομηχανικής πλευράς μια φιλόδοξη προσπάθεια.

**Μαθήματα ανατομίας, φυσιολογίας, μαθηματικών, φυσικής και μηχανικής παρέχουν το γνωστικό υπόβαθρο για την εμβιομηχανική**

### **εμβιομηχανική**

εφαρμογή των μηχανικών αρχών στη μελέτη των ζώντων οργανισμών

### **μηχανική**

κλάδος της φυσικής που αναλύει τη δράση των δυνάμεων σε μόρια και μηχανικά συστήματα

Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά μπορεί να προδιαθέτουν έναν αθλητή για επιτυχία σε ένα άθλημα και παράλληλα να είναι μειονέκτημα για ένα άλλο άθλημα.

**Γ**ιατί μερικοί παίκτες του γκολφ κτυπούν το μπαλάκι με φάλτσο; Κάτω από ποιές συνθήκες μπορεί η προσθήκη ενός ορθοτικού βοηθήματος στα υποδήματα να ανακουφίσει έναν πόνο στη μέση; Τί υποδείξεις μπορεί να κάνει ένας καθηγητής φυσικής αγωγής για να βοηθήσει τους μαθητές να μάθουν το σερβίς στο βόλεϊ; Γιατί μερικοί ηλικιωμένοι δεν έχουν καλή ισορροπία; Όλοι έχουμε θαυμάσει τις πολύπλοκες, επιτηδευμένες κινήσεις κορυφαίων αθλητών σε πολλά αθλήματα. Έχουμε επίσης παρατηρήσει τα πρώτα αδέξια βήματα ενός μικρού παιδιού, την αργή βελτίωση κάποιου τραυματισμένου ατόμου που χρησιμοποιεί βακτηρίες, και το διστακτικό ανομοιογενές περπάτημα ενός ηλικιωμένου ατόμου με μπαστούνι. Ουσιαστικά, σε κάθε δραστηριότητα υπάρχουν μαθητές, που με μεγάλη ευκολία μαθαίνουν τις νέες δεξιότητες, και άλλοι που σκοντάφτουν όταν προσπαθούν να επιχειρήσουν ένα άλμα, ή χάνουν τη μπάλα όταν προσπαθούν να την πιάσουν, να καρφώσουν, ή να εκτελέσουν ένα σερβίς. Τι κάνει κάποια άτομα να εκτελούν πολύπλοκες δεξιότητες με ευκολία, ενώ άλλα εμφανίζουν δυσκολία στην εκτέλεση απλών κινήσεων;

Παρόλο που οι απαντήσεις στις παραπάνω ερωτήσεις μπορεί να έχουν τις ρίζες τους σε φυσιολογικά, ψυχολογικά ή κοινωνικά θέματα, όλα τα προβλήματα που εντοπίζονται είναι στη φύση τους εμβιομηχανικά. Το παρόν βιβλίο είναι γραμμένο για να παρέχει τις βάσεις για εντοπισμό, ανάλυση και επίλυση προβλημάτων, που σχετίζονται με τη εμβιομηχανική της ανθρώπινης κίνησης.

## **ΕΜΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ: ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ**

Γύρω στις αρχές της δεκαετίας του 1970 η διεθνής κοινότητα υιοθέτησε τον όρο **εμβιομηχανική** για να περιγράψει την επιστήμη, που μελετάει τα βιολογικά συστήματα από μηχανικής πλευράς (33). Οι καθηγητές της εμβιομηχανικής χρησιμοποιούν τη **μηχανική**, τον κλάδο της φυσικής, που περιέχει την ανάλυση της δράσης των δυνάμεων, για να



μελετήσουν τις ανατομικές και λειτουργικές πλευρές των ζώντων οργανισμών (Εικόνα 1-1). Η **στατική** και η **δυναμική** είναι δυο κύριοι κλάδοι της μηχανικής. Στατική είναι η μελέτη των συστημάτων, που παρουσιάζουν σταθερή κινητική κατάσταση, η οποία είναι είτε ηρεμία (χωρίς κίνηση), είτε κίνηση με σταθερή ταχύτητα. Δυναμική είναι η μελέτη των συστημάτων, στα οποία παρουσιάζεται επιτάχυνση.

**Κινηματική** και **κινητική** είναι περαιτέρω υποδιαιρέσεις της εμβιομηχανικής μελέτης. Κινηματική είναι η περιγραφή της κίνησης, συμπεριλαμβανομένης της μορφής και της ταχύτητας της κινητικής αλληλουχίας των μελών του σώματος, που συνήθως ορίζεται ως ο βαθμός συναρμογής ενός ατόμου. Σε αντίθεση με την κινηματική, που περιγράφει την εμφάνιση της κίνησης, η κινητική είναι η μελέτη των δυνάμεων, που σχετίζονται με την κίνηση. Η μελέτη της ανθρώπινης εμβιομηχανικής μπορεί να περιλαμβάνει ερωτήματα, όπως αν το μέγεθος της δύναμης που παράγουν οι μύες είναι ιδανικό για μία συγκεκριμένη κίνηση. Άλλα σημαντικά θέματα που μελετά η κινητική είναι η **ανθρωπομετρική ανάλυση** του σώματος, όπως το μέγεθος, το σχήμα, και το βάρος των μελών του σώματος.

Παρόλο που η εμβιομηχανική είναι σχετικά νέα ως αναγνωρισμένος κλάδος επιστημονικής αναζήτησης, εμβιομηχανικές μελέτες υφίστανται σε πολλούς επιστημονικούς κλάδους και επαγγελματικούς τομείς. Οι καθηγητές εμβιομηχανικής μπορεί να έχουν ακαδημαϊκό υπόβαθρο στη ζωολογία, ορθοπδική, καρδιολογία ή αθλητιατρική, βιοιατρική ή εμβιομηχανική, φυσικοθεραπεία ή κινησιολογία. Το κοινό σημείο σε όλους αυτούς τους επιστημονικούς τομείς είναι το ενδιαφέρον, από εμβιομηχανικής άποψης για τη δομή και λειτουργία των ζώντων οργανισμών.

Η εμβιομηχανική της ανθρώπινης κίνησης είναι κλάδος της **κινησιολογίας**, της μελέτης της ανθρώπινης κίνησης (Εικόνα 1-2). Παρόλο που μερικοί καθηγητές εμβιομηχανικής μελετούν θέματα όπως κινηματική ανάλυση της στρουθοκαμήλου, κυκλοφορία του αίματος μέσα στις στενωμένες αρτηρίες ή μικρο-σχεδιασμό των οδοντικών κοιλοτήτων, το παρόν βιβλίο εστιάζεται κυρίως στη εμβιομηχανική της ανθρώπινης κίνησης από τη σκοπιά του αναλυτή κίνησης.

Όπως φαίνεται στην Εικόνα 1-3, η εμβιομηχανική είναι επίσης επιστημονικός κλάδος της **αθλητιατρικής**. Η αθλητιατρική έχει οριστεί από τον Lamb ως “ένας όρος ομπρέλα που περικλείει κλινικές και επιστημονικές πλευρές της άσκησης και του αθλητισμού” (26). Η Αμερικάνικη Ένωση Αθλητιατρικής είναι ένα παράδειγμα οργανισμού, που προωθεί την αλληλεπίδραση μεταξύ επιστημόνων και ιατρών με ενδιαφέροντα σε τομείς σχετικούς με την αθλητιατρική.

### στατική

κλάδος της μηχανικής που ασχολείται με συστήματα σε σταθερή κινητική κατάσταση

### δυναμική

κλάδος της μηχανικής που ασχολείται με συστήματα, που υπόκεινται σε επιταχύνσεις

### κινηματική

μελέτη της περιγραφής της κίνησης, συμπεριλαμβανομένων των παραμέτρων του χώρου και του χρόνου

### κινητική

μελέτη της δράσης των δυνάμεων

### ανθρωπομετρία

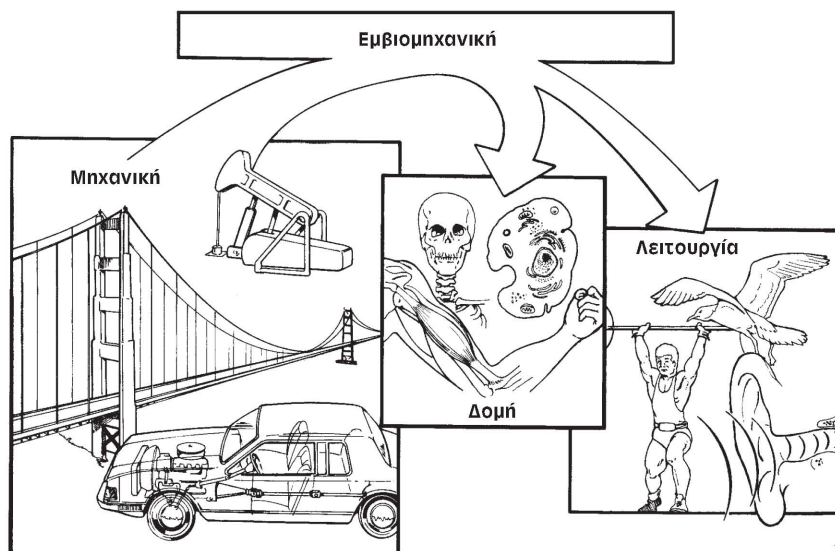
διαπραγματεύεται τις διαστάσεις και τη μάζα των μελών του σώματος

### κινησιολογία

η μελέτη της ανθρώπινης κίνησης

### αθλητιατρική

η μελέτη της άσκησης και του αθλητισμού από ιατρική άποψη

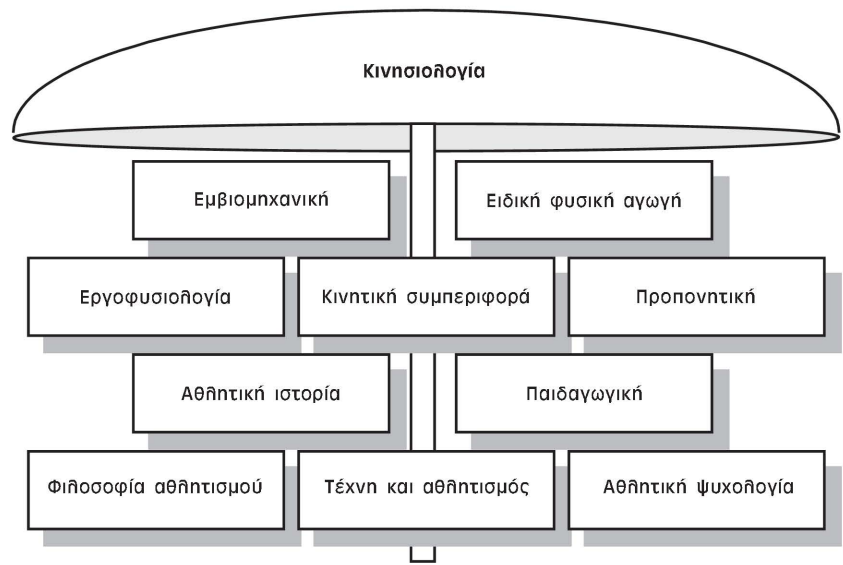


**ΕΙΚΟΝΑ 1-1**

Η εμβιομηχανική χρησιμοποιεί τις αρχές της μηχανικής για την επίλυση προβλημάτων που σχετίζονται με τη δομή και τη λειτουργία των ζώντων οργανισμών.

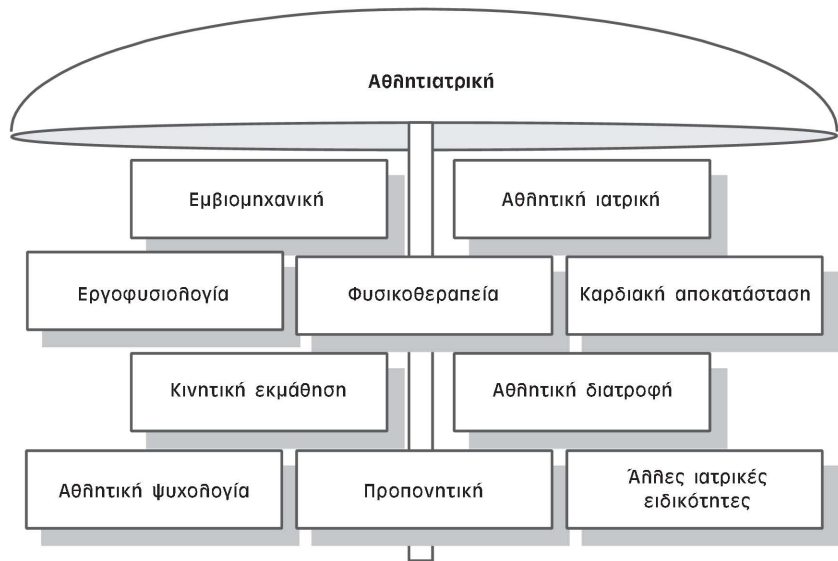
**ΕΙΚΟΝΑ 1-2**

Οι υποδιαίρεσεις της κινησιολογίας.



**ΕΙΚΟΝΑ 1-3**

Οι κλάδοι της αθλητιατρικής.



**Προβλήματα που μελετά η εμβιομηχανική**

Όπως αναμένεται, δεδομένων των διαφορετικών επιστημονικών και επαγγελματικών τομέων που αντιπροσωπεύονται, η εμβιομηχανική μελετά ποικίλα ερωτήματα και προβλήματα. Για παράδειγμα, οι ζωολόγοι μελέτησαν τις μορφές κίνησης δεκάδων ειδών ζώων ενώ βαδίζουν, τρέχουν και καλπάζουν σε ελεγχόμενες ταχύτητες στο δαπεδοεργόμετρο, για να εξακριβώσουν γιατί τα ζώα διαλέγουν συγκεκριμένο μήκος και συχνότητα διασκελισμού για μια δεδομένη ταχύτητα. Οι ζωολόγοι κατέληξαν στο συμπέρασμα, ότι τα περισσότερα σπονδυλωτά, συμπεριλαμβανομένου και του ανθρώπου, επιλέγουν ένα βηματισμό, που είναι ο ιδανικότερος για τη δρομική οικονομία, ή κατανάλωση ενέργειας, σε μια συγκεκριμένη ταχύτητα (37). Οι ερευνητές πιστεύουν ότι η ολική κατανάλωση ενέργειας κατά τη διάρκεια του τρεξίματος εξαρτάται κυρίως από την κατανάλωση ενέργειας κατά τη μυϊκή σύσπαση και την παραγωγή δύναμης (41). Αυτό σημαίνει ότι αν ένα δίποδο, όπως η γαλοπούλα, και ένα τετράποδο, όπως ο σκύλος, έχουν το ίδιο σωματικό βάρος, τότε θα χρησιμοποιήσουν την ίδια ποσότητα ενέργειας κατά τη διάρκεια του τρεξίματος, παρόλες τις εμφανείς διαφορές στο μέγεθος και στη μορφή του σώματος, και στη τεχνική του τρεξίματος (42).

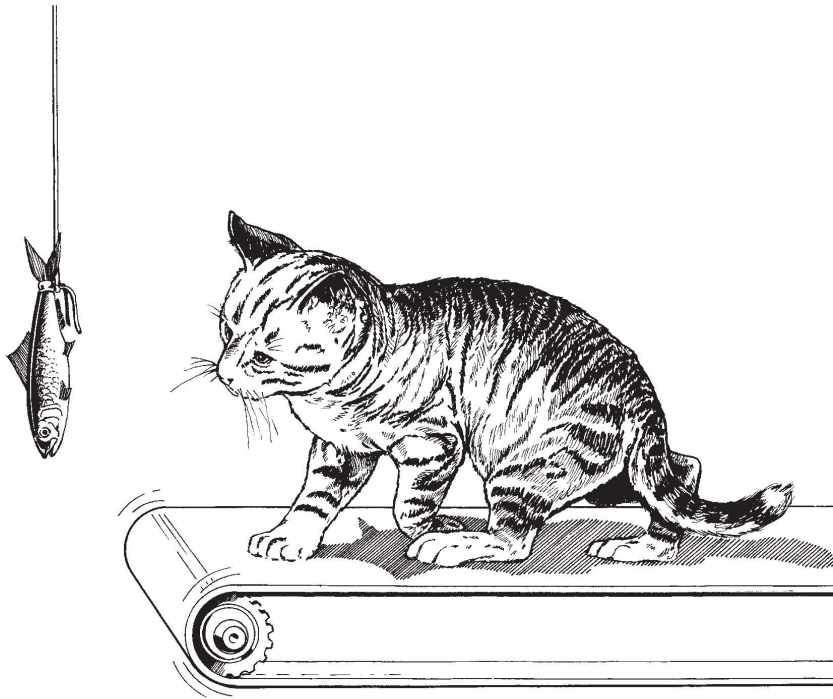
*Στην έρευνα, κάθε νέα μελέτη ή πείραμα συνήθως σχεδιάζεται για να απαντήσει ένα συγκεκριμένο ερώτημα ή πρόβλημα*

Αυτό είναι αληθές, γιατί παρόλο το γεγονός ότι τα δίποδα έχουν μεγαλύτερα κάτω άκρα από τα τετράποδα, και έτσι έχουν μεγαλύτερο διασκελισμό, χρειάζονται να καταναλώσουν περισσότερη ενέργεια για τη σύσπαση των μυών που στηρίζουν το σωματικό βάρος. Μια από τις προκλήσεις αυτού του τύπου της έρευνας είναι να καθορίσει τον τρόπο που θα πειστεί μια γάτα, ένας σκύλος, ή μία γαλοπούλα να τρέξει στο δαπεδοεργόμετρο (Εικόνα 1-4).

Γενικά, οι έρευνες έχουν δείξει ότι η κατανάλωση ενέργειας κατά το τρέξιμο αυξάνεται γραμμικά με την αύξηση της ταχύτητας τρεξίματος. Επιπρόσθετα, υπάρχουν σημαντικές διαφορές στην κατανάλωση ενέργειας κατά το τρέξιμο ανάμεσα σε διαφορετικούς δρομείς οι οποίες αυξάνονται με την αύξηση της ταχύτητας (25). Παρόλο ότι ορισμένοι δρομείς δείχνουν να έχουν ένα δρομικό στυλ πιο ομαλό και άνετο από άλλους δρομείς, δεν υπάρχει συγκεκριμένος εμβιομηχανικός δείκτης που να δηλώνει καλή ή κακή δρομική οικονομία (κατανάλωση ενέργειας κατά το τρέξιμο) (25).

Ενδιαφέρον επίσης παρουσιάζουν οι εξελικτικές αλλαγές που παρατηρούνται στην κατανάλωση ενέργειας κατά τη βάδιση στα παιδιά καθώς το σώμα τους εξελίσσεται, και τόσο οι αναλογίες των μελών τους, όσο και η νευρομυϊκή τους συναρμογή αλλάζει. Συγκεκριμένα, υπάρχει μείωση στην κατανάλωση ενέργειας στους μυς για τη στήριξη του σώματος, και μείωση στο ελάχιστο κόστος κατά τη βάδιση, ανάμεσα σε ένα τρίχρονο παιδί και ένα έφηβο (14). Ωστόσο, η ταχύτητα βάδισης κατά την οποία αυτό το ελάχιστο κόστος παρουσιάζεται αυξάνεται με την ηλικία, και έτσι σε ένα τρίχρονο ή τετράχρονο παιδί που βαδίζει με τη μέγιστη δυνατή ταχύτητα (η οποία παρουσιάζει κακή δρομική οικονομία) το ενεργειακό κόστος είναι 70% μεγαλύτερο από το αντίστοιχο στους ενήλικες (14).

Η NASA (National Aeronautics and Space Administration) παρέχει χορηγίες σε διεπιστημονικές εμβιομηχανικές έρευνες, που στοχεύουν στην κατανόηση της επίδρασης της έλλειψης βαρύτητας στο ανθρώπινο μυοσκελετικό σύστημα. Άξιο προσοχής είναι το γεγονός ότι αστροναύτες, που έχουν μείνει εκτός του πεδίου βαρύτητας της γης για λίγες μόνο ημέρες, έχουν επιστρέψει με μειωμένη οστική πυκνότητα, εναπόθεση αλάτων και δύναμη, ιδιαίτερα στα κάτω άκρα. Από τις πρώτες μέρες



**ΕΙΚΟΝΑ 1-4**

Η έρευνα στη εμβιομηχανική του βηματισμού των ζώων θέτει μερικά ενδιαφέροντα προβλήματα.