



ΕΠΙΔΙΩΚΟΜΕΝΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

Αφού μελετήσετε το κεφάλαιο, θα πρέπει να είστε σε θέση να:

- > Περιγράψετε τι είναι η φυσιολογία της άσκησης και να συζητήσετε γιατί πρέπει να τη μελετήσετε.
- > Προσδιορίσετε την οργανωτική δομή του παρόντος κειμένου.
- > Διακρίνετε μεταξύ των αποκρίσεων στην άσκηση και των προσαρμογών με την προπόνηση.
- > Αναφέρετε και να εξηγήσετε τις έξι κατηγορίες ασκήσεων, των οποίων οι αποκρίσεις συζητούνται σε όλο το βιβλίο.
- > Απαριθμήσετε και να εξηγήσετε τους παράγοντες που εμπλέκονται στην ερμηνεία μιας απόκρισης σε άσκηση.
- > Περιγράψετε τα γραφικά πρότυπα που μπορεί να παρουσιάζουν οι φυσιολογικές μεταβλητές ως απόκριση σε διάφορες κατηγορίες άσκησης και ως αποτέλεσμα των προπονητικών προσαρμογών.
- > Απαριθμήσετε και να εξηγήστε τις αρχές της προπόνησης.
- > Περιγράψετε τις διαφορές και τις ομοιότητες μεταξύ της φυσικής κατάστασης που σχετίζεται με την υγεία και της φυσικής κατάστασης που σχετίζεται με τον αθλητισμό.
- > Ορίσετε και να εξηγήστε τον περιορισμό.
- > Ορίσετε την αποπροπόνηση.
- > Συσχετίσετε την άσκηση και την προπόνηση με τη θεωρία του Selye για το στρες.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Εισαγωγή

Τι είναι η φυσιολογία της άσκησης και γιατί μελετάται;
Επισκόπηση του κειμένου
Η απόκριση στην άσκηση

Τρόποι άσκησης

Ένταση άσκησης

Διάρκεια άσκησης

Κατηγορίες ασκήσεων

Πρότυπα απόκρισης στην άσκηση

Ερμηνεία της απόκρισης στην άσκηση

Προπόνηση

Φυσική κατάσταση που σχετίζεται με την υγεία έναντι της ειδικής για τον αθλητισμό φυσικής κατάστασης

Σχέσεις δόσης-απόκρισης

Αρχές προπόνησης

Περιορισμός

Προσαρμογές με την προπόνηση

Άσκηση και προπόνηση ως στρεσογόνοι παράγοντες

Η θεωρία του Selye για το στρες

Η θεωρία του Selye για το στρες εφαρμοσμένη στην άσκηση και την προπόνηση

Προσαρμογές και δυσπροσαρμογές με την προπόνηση

Περίληψη

Ερωτήσεις ανασκόπησης

Εισαγωγή

Στην ταινία επιστημονικής φαντασίας *Fantastic Voyage* (Φανταστικό ταξίδι, CBS/Fox), μια στρατιωτική ιατρική ομάδα σμικρύνεται σε ένα πυρηνικό υποβρύχιο και εγχέεται μέσω υποδερμικής βελόνας στην καρωτίδα. Προβλέποντας μια εύκολη πλεύση προς τον εγκέφαλο, όπου σχεδιάζουν να αφαιρέσουν έναν θρόμβο αίματος με ακτίνα λέιζερ, τα άτομα της ομάδας εντυπωσιάζονται από αυτό που βλέπουν και ταυτόχρονα κινδυνεύουν από αυτό που τους συμβαίνει. Βλέπουν τα ερυθροκύτταρα να μετατρέπονται από ένα ιριδίζον μπλε σε ζωηρό ερυθρό, καθώς οι φυσαλίδες οξυγόνου αντικαθιστούν το διοξείδιο του άνθρακα, τα νευρικά ερεθίσματα εμφανίζονται ως έντονες λάμψεις φωτός και όταν το υποβρύχιο τους χάνει την πίεση του αέρα, το μόνο που χρειάζεται να κάνουν είναι να μπουν σε μια κυψελίδα. Ωστόσο, δεν είναι όλες οι παρατηρήσεις τους τόσο αβλαβείς. Αναρροφώνται σε μια δίνη που προκαλείται από ένα μη φυσιολογικό συρίγγιο μεταξύ της καρωτιδικής αρτηρίας και της σφαγίτιδας φλέβας. Πρέπει να πείσουν την εξωτερική ομάδα να σταματήσει την καρδιά, ώστε να μην συντριβούν από τη συστολή της. Σπρώχνονται από την αγωγή των ηχητικών κυμάτων στον έσω ους. Δέχονται επίθεση από αντισώματα. Και τέλος, το υποβρύχιο τους καταστρέφεται από ένα λευκό αιμοσφαίριο· είναι, άλλωστε, ξένα σώματα για το φυσικό αμυντικό σύστημα. Φυσικά, στο τέλος, οι «καλοί» της ομάδας δραπετεύουν από έναν δακρυϊκό πόρο και όλα πάνε καλά.

Παρόλο που το ταξίδι που θα κάνετε στο ανθρώπινο σώμα δεν θα είναι τόσο κυριολεκτικό, θα είναι εξίσου απίστευτο και συναρπαστικό, καθώς ξεπερνά τα βασικά στοιχεία της ανατομίας και της φυσιολογίας και εισέρχεται στη σφαίρα του κινούμενου ανθρώπου. Ο οργανισμός είναι ικανός για μεγάλα κατορθώματα, τα όρια και τα πλήρη οφέλη των οποίων, όσον αφορά την άσκηση και τον αθλητισμό, είναι ακόμη άγνωστα. Τα οφέλη της σωματικής δραστηριότητας και της φυσικής κατάστασης για την υγεία γίνονται όλο και πιο εμφανή και οδηγούν σε πολλές συναρπαστικές ευκαιρίες σταδιοδρομίας.

Σκεφτείτε αυτά τα γεγονότα και τις μεταβολές που παρατίθενται παρακάτω, τα οποία δείχνουν πόσο δραστικά έχει αλλάξει η αντίληψή μας για την απόδοση και την υγεία μέσα σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα.

- Ο πρόεδρος Dwight D. Eisenhower υπέστη καρ-

διακή προσβολή στις 23 Σεπτεμβρίου 1955. Εκείνη την εποχή, η συνήθης υγειονομική φροντίδα ήταν 6 εβδομάδες ανάπαυσης στο κρεβάτι και μια ζωή περιορισμένης δραστηριότητας (Hellerstein, 1979). Η αποκατάσταση του Eisenhower, συμπεριλαμβανομένης της επιστροφής στο γκολφ, ήταν, αν όχι επαναστατική, σίγουρα προοδευτική. Σήμερα, οι καρδιοπαθείς κινητοποιούνται μέσα σε λίγες ημέρες και συχνά προπονούνται και τρέχουν με ασφάλεια σε μαραθώνιους.

- Το μίλι (1,6 χλμ) των 4 λεπτών θεωρούνταν αδιαπραγμάτευτο όριο μέχρι τις 6 Μαΐου 1954, όταν ο Roger Bannister έτρεξε το μίλι σε χρόνο 3:59,4. Από τότε εκατοντάδες δρομείς (συμπεριλαμβανομένων ορισμένων μαθητών γυμνασίου) έχουν επιτύχει αυτό το κατόρθωμα. Το παγκόσμιο ρεκόρ ανδρών στο ένα μίλι, το οποίο σημειώθηκε το 1999, είναι 3:43,13. Το ρεκόρ γυναικών στο ένα μίλι, 4:12,33, που σημειώθηκε το 2019, πλησιάζει το παλιό «όριο» των 4 λεπτών.
- Το τρέξιμο των 800 μέτρων απαγορεύτηκε από τους Ολυμπιακούς Αγώνες από το 1928 έως το 1964 για τις γυναίκες, επειδή οι γυναίκες θεωρούνταν «πολύ αδύναμες και ευαίσθητες» για να τρέξουν μια τόσο «μεγάλη» απόσταση. Στη δεκαετία του 1950, όταν ο αγώνας δρόμου 800 μέτρων επανήλθε για τις γυναίκες στην Ευρώπη, ασθενοφόρα τοποθετήθηκαν στη γραμμή τερματισμού, με κινητήρες που παρέμεναν σε λειτουργία, για να μεταφέρουν τα θύματα (Ulliyot, 1976). Το 1963, το παγκόσμιο ρεκόρ μαραθωνίου γυναικών (που τότε δεν αποτελούσε ολυμπιακό άθλημα για γυναίκες) ήταν 3:37:07, χρόνος που σήμερα επιτυγχάνεται συνήθως από γυναίκες που δεν θεωρούνται κορυφαίες αθλήτριες. Ο καλύτερος χρόνος των γυναικών παγκοσμίως σε αγώνα «μικτών φύλων» (δηλαδή σε αγώνα στον οποίο συμμετείχαν και άνδρες) σημειώθηκε το 2019 με 2:14:04, σημειώνοντας βελτίωση κατά 1:23:03 (38,3%).
- Το 1954, οι Kraus και Hirschland δημοσίευσαν μια έκθεση που έδειχνε ότι τα παιδιά των Αμερικανών ήταν λιγότερο γυμνασμένα από τα παιδιά των Ευρωπαίων (Kraus και Hirschland, 1954). Τα αποτελέσματα αυτά έδωσαν το έναυσμα για το κίνημα της φυσικής κατάστασης. Εκείνη την εποχή, η καλή φυσική κατάσταση οριζόταν ως η ικανότητα ενός ατόμου να περάσει τη δοκιμα-

σία Kraus-Weber για την ελάχιστη μυϊκή ικανότητα, η οποία περιλάμβανε μία από τις ακόλουθες ασκήσεις: κοιλιακοί με λυγισμένα πόδια, κοιλιακοί με ίσια πόδια, άγγιγμα των δακτύλων των ποδιών από όρθια θέση, ανύψωση των ποδιών από την πρηνή θέση, ανύψωση των ποδιών από την ύπτια θέση και έκταση κορμού από την πρηνή θέση. Σήμερα (όπως αναλύεται λεπτομερώς παρακάτω σε αυτό το κεφάλαιο), η φυσική κατάσταση ορίζεται ευρύτερα τόσο από άποψη φυσιολογίας όσο και από άποψη ειδίκευσης (που σχετίζεται με την υγεία και τον αθλητισμό) και η σημασία της για άτομα όλων των ηλικιών αναγνωρίζεται ευρέως.

- Η Αμερικανική Καρδιολογική Εταιρεία αναγνώρισε για πρώτη φορά τη σωματική αδράνεια ως παράγοντα κινδύνου για καρδιαγγειακά νοσήματα σε μια δημοσίευση του 1992 (Fletcher et al., 1992) και τα αυξανόμενα ερευνητικά δεδομένα οδήγησαν στην έκθεση του Αρχιχειρουργού του 1996 (US Department of Health and Human Services, 1996), η οποία προήγαγε τη σωματική δραστηριότητα ως μέσο βελτίωσης του προσδόκιμου ζωής, της ποιότητας ζωής και της συνολικής κατάστασης υγείας. Το 2008, το Υπουργείο Υγείας και Ανθρωπίνων Υπηρεσιών των Ηνωμένων Πολιτειών δημοσίευσε τις Κατευθυντήριες Οδηγίες για τη Σωματική Δραστηριότητα των Αμερικανών (US Department of Health and Human Services, 2008).
- Το 2007, η εκστρατεία «Η άσκηση είναι φάρμακο» (*Exercise is Medicine, EIM*) αναπτύχθηκε από την Αμερικανική Ιατρική Ένωση (*American Medical Association, AMA*) και το Αμερικανικό Κολέγιο Αθλητιατρικής (*American College of Sports Medicine, ACSM*) με σκοπό «να καταστήσει την αξιολόγηση και την προαγωγή της σωματικής δραστηριότητας ως πρότυπο στην κλινική φροντίδα, συνδέοντας την υγειονομική φροντίδα με τεκμηριωμένες πηγές σωματικής δραστηριότητας για ανθρώπους παντού και με όλες τις ικανότητες (American College of Sports Medicine, 2020)». Βασικό μέρος αυτής της πρωτοβουλίας ήταν η καθιέρωση της σωματικής δραστηριότητας ως ζωτικού σημείου (*Physical Activity as a Vital Sign, PAVS*), στο πλαίσιο του οποίου η σωματική δραστηριότητα προστέθηκε στα έντυπα ιστορικού υγείας και στη συνέχεια μεταφράστηκε σε ηλεκτρονικούς φακέλους υγείας. Αυτό

παρείχε στους γιατρούς τις πληροφορίες για να συνταγογραφήσουν άσκηση για τους ασθενείς τους και να τους συνδέσουν με βοηθούς, όπως γυμναστές και άλλους επαγγελματίες υγείας.

- Στις 12 Οκτωβρίου 2019, ο Κενυάτης δρομέας αποστάσεων Eliud Kipchoge έτρεξε τον μαραθώνιο σε χρόνο 1:59:40 για να πετύχει τον πρώτο μαραθώνιο κάτω των 2 ωρών. Αυτό τεχνικά δεν ήταν παγκόσμιο ρεκόρ, καθώς ήταν μια μη επίσημη αθλητική εκδήλωση όπου επιτράπηκε η χρήση πολλαπλών ατόμων για τον καθορισμό του ρυθμού και στρατηγικών ανεφοδιασμού. Ωστόσο, ο ρυθμός των λιγότερο από 2 λεπτά και 51 δευτερόλεπτα ανά χιλιόμετρο για 42,2 χιλιόμετρα συνεχόμενα, υποδεικνύει τη δύναμη του ανθρώπινου σώματος.

Αυτές οι μεταβολές και ένα πλήθος άλλων που εύκολα αποδεχόμαστε ως φυσιολογικές, προέκυψαν ως συνδυασμένο αποτέλεσμα επίσημης ιατρικής και επιστημονικής έρευνας και άτυπων πειραματισμών από άτομα με περιέργεια και θάρρος να δοκιμάσουν νέα πράγματα. Η ταχέως μεταβαλλόμενη γνώση σχετικά με τη σχέση μεταξύ σωματικής δραστηριότητας/φυσικής κατάστασης και υγείας/απόδοσης σημαίνει ότι υπάρχουν πολλές πληροφορίες που πρέπει να καλυφθούν σε ένα εγχειρίδιο φυσιολογίας της άσκησης. Σημαίνει, επίσης, ότι υπάρχουν περισσότερες επαγγελματικές ευκαιρίες από ποτέ, ώστε οι σωστά καταρτισμένοι φοιτητές να ακολουθήσουν ικανοποιητική σταδιοδρομία σε αυτόν τον συναρπαστικό τομέα της ανθρώπινης υγείας.

Τι είναι η Φυσιολογία της Άσκησης και γιατί Μελετάται;

Τα γεγονότα και οι μεταβολές που περιγράφονται παραπάνω αποτελούν παράδειγμα προβληματισμού στον ευρύτερο τομέα της φυσιολογίας της άσκησης, δηλαδή της αθλητικής απόδοσης, της φυσικής κατάστασης, της υγείας και της αποκατάστασης. Η **φυσιολογία της άσκησης** μπορεί να οριστεί ως μια βασική και εφαρμοσμένη επιστήμη που περιγράφει, εξηγεί και χρησιμοποιεί την απόκριση του οργανισμού στην άσκηση και την προσαρμογή με την προπόνηση για τη μεγιστοποίηση του ανθρώπινου φυσικού δυναμικού.

Φυσικά, κανένα μάθημα ή εγχειρίδιο δεν μπορεί να παρέχει όλες τις πληροφορίες που θα χρειαστεί

ένας μελλοντικός επαγγελματίας. Ωστόσο, η γνώση της φυσιολογίας της άσκησης και η εκτίμηση της αξίας της πρακτικής εφαρμογής με βάση ερευνητικά ευρήματα βοηθούν τους επαγγελματίες του τομέα να ξεχωρίζουν από τους απλούς επαγγελματίες. Είναι διαφορετικό να μπορείς να διδάξεις ασκήσεις γιόγκα και διαφορετικό να μπορείς να σχεδιάζεις προγράμματα βασισμένα σε προβλέψιμες βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες αποκρίσεις συγκεκριμένων μελών της ομάδας, να αξιολογείς αυτές τις αποκρίσεις και στη συνέχεια να τροποποιείς τις προπονήσεις ανάλογα με τις ανάγκες. Για να γίνουν αξιοσέβαστοι επαγγελματίες σε τομείς που σχετίζονται με την επιστήμη της άσκησης και τη φυσική αγωγή, οι φοιτητές πρέπει να μάθουν τη φυσιολογία της άσκησης προκειμένου να:

1. Κατανοήσουν τον τρόπο με τον οποίο η βασική φυσιολογική λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού τροποποιείται από διάφορους τύπους άσκησης, καθώς και τους μηχανισμούς που προκαλούν αυτές τις μεταβολές. Αν κάποιος δεν γνωρίζει ποιες αποκρίσεις είναι φυσιολογικές, δεν μπορεί να αναγνωρίσει μια μη φυσιολογική απόκριση ή να προσαρμοστεί σε αυτήν.
2. Κατανοήσουν τον τρόπο με τον οποίο η βασική φυσιολογική λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού τροποποιείται από τα διάφορα προγράμματα προπόνησης και τους μηχανισμούς που ευθύνονται για αυτές τις μεταβολές. Οι προσαρμογές θα είναι εξειδικευμένες για το πρόγραμμα προπόνησης που χρησιμοποιείται.
3. Παρέχουν ποιοτικά προγράμματα φυσικής κατάρτασης και φυσικής αγωγής στα σχολεία, τα οποία θα διεγείρουν τα παιδιά και τους εφήβους τόσο σωματικά όσο και πνευματικά. Για να συνεχίσουν να ασκούνται δια βίου, τα άτομα πρέπει να κατανοήσουν τον τρόπο με τον οποίο η σωματική δραστηριότητα μπορεί να τους ωφελήσει, γιατί κάνουν δοκιμασίες φυσικής κατάστασης και τι πρέπει να κάνουν με τα αποτελέσματα των δοκιμασιών φυσικής κατάστασης.
4. Εφαρμόσουν τα αποτελέσματα της επιστημονικής έρευνας για τη μεγιστοποίηση της υγείας, της αποκατάστασης ή/και της αθλητικής απόδοσης σε διάφορους υποπληθυσμούς.
5. Απαντούν με ακρίβεια σε ερωτήσεις και δια-

φημιστικούς ισχυρισμούς, καθώς και να αναγνωρίζουν μύθους και παρανοήσεις σχετικά με την άσκηση. Οι καλές συμβουλές πρέπει να βασίζονται σε επιστημονικά δεδομένα.

Επισκόπηση του Κειμένου

Ακριβώς όπως ο ασκούμενος, ο αθλητής (**Εικόνα 1.1**) ή ακόμη και ο μουσικός προθερμαίνεται πριν από τη γυμναστική, τον αγώνα ή την παράσταση, αυτό το κεφάλαιο έχει ως στόχο να παρέχει σε εσάς, τον φοιτητή, μια βασική προθέρμανση για το υπόλοιπο κείμενο. Αυτό σημαίνει ότι παρέχει τις βασικές πληροφορίες που θα σας προετοιμάσουν να κατανοήσετε με επιτυχία όσα ακολουθούν στο κείμενο και να επιτύχετε τους στόχους που αναφέρονται παραπάνω. Για να προσεγγιστεί ο τρόπος με τον οποίο η άσκηση αλληλεπιδρά με ολόκληρο τον οργανισμό, το εγχειρίδιο χωρίζεται σε τέσσερις ενότητες: μεταβολικό σύστημα, καρδιαγγειακό-αναπνευστικό σύστημα, νευρομυϊκό-σκελετικό σύστημα και νευροενδοκρινικό-ανοσοποιητικό σύστημα. Αν και οι ενότητες είναι ανεξάρτητες και μπορούν να καλυφθούν με οποιαδήποτε σειρά, για να διευκολυνθεί η μάθηση, κάθε ενότητα ακολουθεί μια σταθερή μορφή:

1. Βασικές πληροφορίες
 - α. Ανατομικές δομές
 - β. Φυσιολογική λειτουργία
 - γ. Εργαστηριακές τεχνικές και μεταβλητές που συνήθως μετρώνται
2. Απόκριση στην άσκηση
3. Προπόνηση
 - α. Εφαρμογή των αρχών της προπόνησης
 - β. Προσαρμογές με την προπόνηση



Εικόνα 1.1. Προθέρμανση για αγώνα.

4. Ειδικές εφαρμογές, προβλήματα και ζητήματα

Φυσιολογία της άσκησης Βασική και εφαρμοσμένη επιστήμη που περιγράφει, ερμηνεύει και χρησιμοποιεί την αντίδραση του σώματος στην άσκηση και την προσαρμογή με την προπόνηση για τη μεγιστοποίηση του ανθρώπινου φυσικού δυναμικού.

Κάθε ενότητα ασχολείται πρώτα με τις βασικές ανατομικές δομές και φυσιολογικές λειτουργίες που είναι απαραίτητες για την κατανόηση του υλικού που ακολουθεί. Στη συνέχεια, κάθε ενότητα περιγράφει τις οξείες αποκρίσεις στην άσκηση. Ακολουθούν συγκεκριμένες εφαρμογές των αρχών της προπόνησης και συζήτηση για τις τυπικές προσαρμογές που συμβαίνουν όταν οι προπονητικές αρχές εφαρμόζονται σωστά. Τέλος, κάθε ενότητα ολοκληρώνεται με ένα ή περισσότερα ειδικά θέματα εφαρμογής, όπως θερμικά ζητήματα, έλεγχος βάρους/σύσταση σώματος και οστεοπόρωση. Αυτή η ολοκληρωμένη προσέγγιση καταδεικνύει τη σημασία της εφαρμογής των βασικών πληροφοριών.

Περισσότερες έρευνες φυσιολογίας της άσκησης έχουν γίνει σε άνδρες κολεγιακής ηλικίας και άνδρες αθλητές υψηλού επιπέδου από οποιαδήποτε άλλη μερίδα του πληθυσμού. Παρ' όλα αυτά, όπου είναι δυνατόν, παρέχουμε πληροφορίες και για τα δύο φύλα, καθώς και για παιδιά και εφήβους, στο ένα άκρο του ηλικιακού φάσματος και για ηλικιωμένους στο άλλο, σε όλη την ενότητα.

Κάθε ενότητα είναι ανεξάρτητη από τις άλλες τρεις, αν και ο οργανισμός προφανώς λειτουργεί ως σύνολο. Επομένως, το μάθημά σας μπορεί να ακολουθήσει αυτές τις ενότητες μελέτης με διαφορετική σειρά από το να πηγαίνει απλώς από το Κεφάλαιο 1 στο Κεφάλαιο 22. Μετά από αυτό το πρώτο κεφάλαιο, ο εκπαιδευτής σας μπορεί να ξεκινήσει με οποιαδήποτε ενότητα και στη συνέχεια να προχωρήσει με οποιαδήποτε σειρά στις άλλες τρεις. Η έννοια αυτή αντιπροσωπεύεται από τον κύκλο και τα διασταυρούμενα βέλη στην **Εικόνα 1.2**.

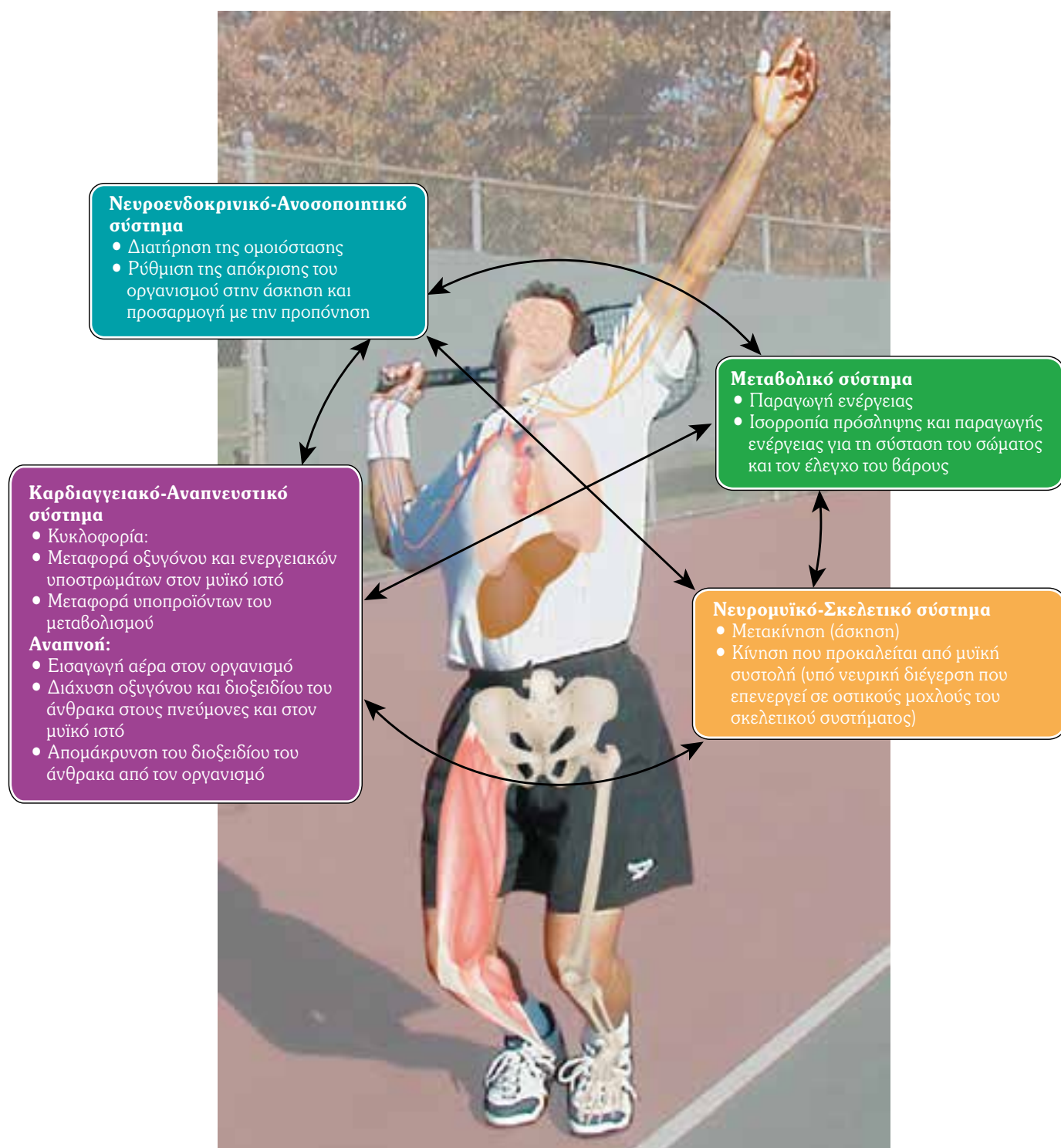
Η **Εικόνα 1.2** παρουσιάζει επίσης δύο άλλα σημαντικά σημεία: (1) όλα τα συστήματα ανταποκρίνονται στην άσκηση με ολοκληρωμένο τρόπο και (2) οι αποκρίσεις των συστημάτων είναι αλληλοεξαρτώμενες.

Το μεταβολικό σύστημα παράγει κυτταρική ενέργεια με τη μορφή τριφωσφορικής αδενοσίνης (*Adenosine Triphosphate*, ATP). Το ATP χρησιμοποιείται για τη μυϊκή συστολή. Για να μπορέσουν τα κύτταρα (συμπεριλαμβανομένων των μυϊκών κυττάρων) να παράγουν ATP, πρέπει να τροφοδοτούνται με οξυγόνο και καύσιμη ύλη (διατροφή). Το αναπνευστικό σύστημα φέρνει οξυγόνο στον οργανισμό μέσω των πνευμόνων και το καρδιαγγειακό σύστημα διανέμει το οξυγόνο και τις θρεπτικές ουσίες στα κύτταρα του οργανισμού μέσω του αίματος που αντλείται από την καρδιά, μέσω των αιμοφόρων αγγείων. Κατά τη διάρκεια της άσκησης, όλες αυτές οι λειτουργίες πρέπει να αυξηθούν. Το νευροενδοκρινικό-ανοσοποιητικό σύστημα ρυθμίζει και ενσωματώνει τις λειτουργίες του οργανισμού τόσο σε κατάσταση ηρεμίας όσο και κατά την άσκηση.

Κάθε ενότητα χωρίζεται σε πολλά κεφάλαια ανάλογα με την ποσότητα και το βάθος του υλικού. Κάθε κεφάλαιο ξεκινά με έναν κατάλογο μαθησιακών στόχων που παρουσιάζουν μια συνολική εικόνα του περιεχομένου του κεφαλαίου και σας βοηθούν να καταλάβετε τι πρέπει να μάθετε. Οι ορισμοί επισημαίνονται σε πλαίσιο κατά την αναφορά τους. Κάθε κεφάλαιο ολοκληρώνεται με περίληψη και ερωτήσεις ανασκόπησης. Σε όλο το κείμενο υπάρχουν πλαίσια με τίτλο «Εστίαση στην έρευνα» και «Εστίαση στην εφαρμογή», στα οποία παρουσιάζονται τέσσερις τύποι ερευνητικών μελετών:

1. Αναλυτικές μελέτες - μια εκτίμηση των διαθέσιμων πληροφοριών σε μια ανασκόπηση
2. Περιγραφικές μελέτες - παρουσίαση κάποιων μεταβλητής (όπως η καρδιακή συχνότητα ή το γαλακτικό αίματος) ή πληθυσμού (όπως τα παιδιά ή οι καλά προπονημένοι αθλητές αντοχής).
3. Πειραματικές μελέτες - σχεδιασμός στον οποίο αγωγές έχουν τροποποιηθεί για να προσδιοριστούν οι επιδράσεις τους σε επιλεγμένες μεταβλητές
4. Ψευδο-πειραματικές μελέτες - σχεδιασμός, όπως αυτός που χρησιμοποιείται στην επιδημιολογία, για τη μελέτη της συχνότητας, της κατανομής και του κινδύνου νόσων μεταξύ υποομάδων του πληθυσμού σε πραγματικές συνθήκες.

Τα πλαίσια «Εστίαση στην έρευνα» παρουσιάζουν κλασικά, ενδεικτικά ή πρωτοποριακά ερευνητικά ευρήματα. Τα πλαίσια «Εστίαση στην εφαρμογή» δεί-



Εικόνα 1.2. Σχηματική αναπαράσταση της οργάνωσης του κειμένου.

χουν τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί η έρευνα σε πρακτικά πλαίσια. Ορισμένα από κάθε τύπο πεδίου εστίασης έχουν χαρακτηριστεί ως «Κλινικά σχετικό». Τα πλαίσια «Κλινικά σχετικό» παρουσιάζουν πληροφορίες, καταστάσεις ή μελέτες περιπτώσεων που σχετίζονται με κλινικές εμπειρίες που συχνά έχουν οι φοιτητές της φυσιολογίας της άσκησης. Οι ερευνητικές μελέτες αποτελούν την

επιστημονική βάση της φυσιολογίας της άσκησης. Ενώ έχουμε χρησιμοποιήσει πολλά ερευνητικά άρθρα για κάθε κεφάλαιο και ενώ μπορεί να αισθανέστε ότι το εγχειρίδιο είναι πολύ λεπτομερές, η αλήθεια είναι ότι κάθε ενότητα περιέχει μόνο ένα μικρό ποσοστό των διαθέσιμων μελετών. Προκειμένου να σας βοηθήσουν να αναγνωρίσετε το βάθος της επιστήμης που υποστηρίζει αυτό το κείμενο και να γίνε-

τε ένας ισχυρότερος αναγνώστης της έρευνας, ειδικά χαρακτηριστικά θα σας προτρέπουν να κάνετε σχετικές Αναζητήσεις βιβλιογραφίας για να εξερευνήσετε τους τομείς που σας ενδιαφέρουν.

Ένα πρόσθετο χαρακτηριστικό είναι το πλαίσιο «Ελέγξτε την κατανόησή σας». Τα πλαίσια «Ελέγξτε την κατανόησή σας» είναι προβλήματα που πρέπει να συμπληρώσετε. Οι απαντήσεις σε αυτά τα προβλήματα παρουσιάζονται στο Παράρτημα Γ. Όπου κρίνεται σκόπιμο, οι υπολογισμοί παρουσιάζονται σε παραδείγματα. Τα παραρτήματα και οι τελικές σελίδες παρέχουν συμπληρωματικές πληροφορίες. Για παράδειγμα, το Παράρτημα Α περιέχει έναν κατάλογο των βασικών φυσικών μεγεθών, των μονάδων μέτρησης και των μετατροπών εντός του Διεθνούς Συστήματος Μονάδων (*Système International d'Unités*, SI ή μετρικό σύστημα που χρησιμοποιείται συνήθως στις επιστημονικές μελέτες) και μεταξύ του μετρικού και του αγγλικού συστήματος μέτρησης. Στο μπροστινό μέρος του βιβλίου, θα βρείτε έναν κατάλογο των συμβόλων και των συντομογραφιών που χρησιμοποιούνται σε όλο το βιβλίο, μαζί με την πλήρη ονομασία τους. Ίσως χρειαστεί να ανατρέχετε συχνά σε αυτά τα παραρτήματα/τελευταίες σελίδες, εάν αυτά τα σύμβολα και οι μονάδες μέτρησης δεν είναι γνώριμα σε εσάς.

Η φυσιολογία της άσκησης είναι ένας δυναμικός τομέας μελέτης με πολλές πρακτικές εφαρμογές. Κατά τη διάρκεια των επόμενων μηνών, θα εκτιμήσετε το τεράστιο εύρος με το οποίο μπορεί να λειτουργήσει ο ανθρώπινος οργανισμός. Ταυτόχρονα, θα προετοιμαστείτε καλύτερα ως επαγγελματίας για να ασκήσετε τα καθήκοντά σας στον τομέα που έχετε επιλέξει. Στην πορεία, πιθανότατα θα μάθετε και πράγματα για τον εαυτό σας. Απολαύστε το ταξίδι.

Η Απόκριση στην Άσκηση

Ας ξεκινήσουμε με ορισμούς και έννοιες που απαιτούνται για την κατανόηση όλων των εννοιών που θα ακολουθήσουν. Πολλοί από αυτούς τους όρους είναι κοινοί και η σημασία τους μπορεί να φαίνεται προφανής στην αρχή, αλλά η γνώση ενός ακριβούς ορισμού για τους θεμελιώδεις όρους θα κάνει την ανάγνωση της βιβλιογραφίας και τη μελέτη της φυσιολογίας της άσκησης πολύ πιο εύκολη. **Άσκηση** είναι μια μεμονωμένη σωματική ενέργεια ή μυϊκή δραστηριότητα που απαιτεί δαπάνη ενέργειας πάνω από

το επίπεδο ηρεμίας και που στις περισσότερες, αλλά όχι σε όλες τις περιπτώσεις, οδηγεί σε εκούσια κίνηση. Οι προπονητικές μονάδες άσκησης συνήθως σχεδιάζονται και δομούνται για τη βελτίωση ή τη διατήρηση ενός ή περισσότερων στοιχείων της φυσικής κατάστασης.

Άσκηση Μια μεμονωμένη χρονική περίοδος έντονης σωματικής προσπάθειας ή μυϊκής δραστηριότητας που απαιτεί δαπάνη ενέργειας υψηλότερη από το επίπεδο ηρεμίας και που στις περισσότερες, αλλά όχι σε όλες τις περιπτώσεις, οδηγεί σε εκούσια κίνηση.

Ο όρος **σωματική δραστηριότητα**, αντίθετα, υποδηλώνει γενικά την κίνηση, στην οποία ο στόχος (συχνά για τη διατήρηση της καθημερινής ζωής ή την ψυχαγωγία) είναι διαφορετικός από εκείνον της άσκησης, αλλά η οποία απαιτεί επίσης την κατανάλωση ενέργειας και συχνά παρέχει οφέλη για την υγεία. Για παράδειγμα, το περπάτημα προς το σχολείο ή τη δουλειά είναι σωματική δραστηριότητα, ενώ το περπάτημα σε ένα στάδιο με προκαθορισμένη καρδιακή συχνότητα είναι άσκηση. Η άσκηση θεωρείται μερικές φορές υποσύνολο της σωματικής δραστηριότητας με πιο συγκεκριμένη εστίαση (Caspersen et al., 1985). Από φυσιολογική άποψη, και οι δύο περιλαμβάνουν τη διαδικασία της μυϊκής δράσης/ενεργειακής δαπάνης και επιφέρουν μεταβολές (άμεσες και χρόνιες). Ως εκ τούτου, οι όροι άσκηση και σωματική δραστηριότητα χρησιμοποιούνται συχνά εναλλακτικά σε αυτό το εγχειρίδιο. Όταν η ποσότητα της άσκησης μπορεί πράγματι να μετρηθεί, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και οι όροι επιβάρυνση (*workload*) ή ρυθμός παραγωγής έργου.

Η **ομοιόσταση** είναι η κατάσταση δυναμικής ισορροπίας του εσωτερικού περιβάλλοντος του οργανισμού. Η άσκηση διαταράσσει την ομοιόσταση, προκαλώντας μεταβολές που αντιπροσωπεύουν την απόκριση του οργανισμού στην άσκηση. Η **απόκριση στην άσκηση** είναι το πρότυπο της μεταβολής των φυσιολογικών μεταβλητών κατά τη διάρκεια μιας μεμονωμένης σωματικής άσκησης. Μια φυσιολογική **μεταβλητή** είναι κάθε μετρήσιμη σωματική λειτουργία που μεταβάλλεται ή ποικίλλει υπό διαφορετικές συνθήκες. Για παράδειγμα, η καρδιακή συχνότητα

τα είναι μια μεταβλητή με την οποία είστε αναμφίβολα ήδη εξοικειωμένοι. Πιθανώς γνωρίζετε επίσης ότι η καρδιακή συχνότητα αυξάνεται κατά τη διάρκεια της άσκησης. Ωστόσο, η απλή δήλωση ότι η καρδιακή συχνότητα αυξάνεται κατά τη διάρκεια της άσκησης, δεν περιγράφει το πλήρες πρότυπο της απόκρισης. Για παράδειγμα, η απόκριση της καρδιακής συχνότητας σε ένα τρέξιμο ταχύτητας (σπριντ) 400 μέτρων είναι διαφορετική από την απόκριση της καρδιακής συχνότητας σε μια ποδηλατοδρομία 80 χιλιομέτρων. Για να κατανοήσουμε πλήρως την απόκριση της καρδιακής συχνότητας ή οποιασδήποτε άλλης μεταβλητής, χρειαζόμαστε περισσότερες πληροφορίες για την ίδια την άσκηση. Τρεις παράγοντες λαμβάνονται υπόψη κατά τον προσδιορισμό της άμεσης απόκρισης στην άσκηση:

1. Το είδος της άσκησης (ή μορφή)
2. Η ένταση της άσκησης
3. Η διάρκεια της άσκησης

Ομοιόσταση Η κατάσταση δυναμικής ισορροπίας του εσωτερικού περιβάλλοντος του σώματος.

Απόκριση στην άσκηση Το μοτίβο ομοιοστατικής διαταραχής ή μεταβολής φυσιολογικών μεταβλητών κατά τη διάρκεια μιας μεμονωμένης, έντονης σωματικής άσκησης.

Είδος ή μορφή άσκησης Το είδος της δραστηριότητας ή του αθλήματος· συνήθως κατηγοριοποιείται με βάση την ενεργειακή απαίτηση ή τον τύπο της μυϊκής δράσης.

Μέγιστη (max) άσκηση Η υψηλότερη ένταση, το μεγαλύτερο φορτίο ή η μεγαλύτερη διάρκεια άσκησης για τα οποία ένα άτομο είναι ικανό.

Απόλυτη υπομέγιστη επιβάρυνση Μια καθορισμένη επιβάρυνση άσκησης που εκτελείται σε οποιαδήποτε ένταση λίγο πάνω από την κατάσταση ηρεμίας έως λίγο κάτω από τη μέγιστη.

ράδειγμα, η κωπηλασία έχει πολύ διαφορετική επίδραση στο καρδιαγγειακό-αναπνευστικό σύστημα από ό,τι το ποδόσφαιρο. Τα είδη ταξινομούνται συχνά με βάση τον τύπο της ενεργειακής απαίτησης (αερόβια ή αναερόβια), την κύρια μυϊκή δράση (συνεχής και ρυθμική, δυναμική με αντιστάσεις ή στατική) ή έναν συνδυασμό του ενεργειακού συστήματος και της μυϊκής δράσης. Το βάδην, η ποδηλασία και η κολύμβηση είναι παραδείγματα συνεχών, ρυθμικών αερόβιων δραστηριοτήτων· τα άλματα, το τρέξιμο ταχύτητας και η άρση βαρών είναι αναερόβιες δραστηριότητες ή/και δυναμικές με αντιστάσεις δραστηριότητες. Για να προσδιορίσετε τις επιδράσεις της άσκησης σε μια συγκεκριμένη μεταβλητή, πρέπει πρώτα να γνωρίζετε τι είδους άσκηση εκτελείται.

Ένταση Άσκησης

Η ένταση της άσκησης περιγράφεται πιο εύκολα ως μέγιστη ή υπομέγιστη. Η **μέγιστη (max) άσκηση** είναι απλή: αναφέρεται απλώς στην υψηλότερη ένταση, το μεγαλύτερο φορτίο ή τη μεγαλύτερη διάρκεια στα οποία μπορεί να ασκηθεί ένα άτομο. Το κίνητρο διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην επίτευξη των μέγιστων επιπέδων άσκησης. Οι περισσότερες μέγιστες τιμές επιτυγχάνονται στο τελικό σημείο μιας σταδιακά αυξανόμενης έντασης δοκιμασίας άσκησης έως το μέγιστο. Αυτό σημαίνει ότι η άσκηση αρχίζει σε ένα επίπεδο με το οποίο το άτομο αισθάνεται άνετα και αυξάνεται σταδιακά μέχρι να μην μπορεί να συνεχίσει. Οι τιμές των φυσιολογικών μεταβλητών που μετρώνται αυτή τη στιγμή χαρακτηρίζονται ως μέγιστες. Για παράδειγμα, η μέγιστη καρδιακή συχνότητα συμβολίζεται ως ΚΣ_{max} (*maximal Heart Rate, HR_{max}*).

Η **υπομέγιστη άσκηση** μπορεί να περιγραφεί με δύο τρόπους. Η πρώτη αφορά μια **καθορισμένη επιβάρυνση**, η οποία είναι γνωστή ή θεωρείται ότι είναι κάτω από το μέγιστο όριο του ατόμου. Η επιβάρυνση αυτή μπορεί να καθορίζεται από κάποια φυσιολογική μεταβλητή, όπως η άσκηση σε συγκεκριμένη καρδιακή συχνότητα (ίσως 150 b min⁻¹), σε συγκεκριμένο ρυθμό παραγωγής έργου (π.χ. 600 kgm min⁻¹ σε ποδηλατικό εργόμετρο) ή για μια δεδομένη απόσταση (ίσως τρέξιμο 1,6 km). Μια τέτοια επιβάρυνση ονομάζεται **απόλυτη υπομέγιστη επιβάρυνση**. Εάν χρησιμοποιείται απόλυτη επιβάρυνση και τα άτομα που υποβάλλονται σε δοκιμασία διαφέρουν ως προς τη φυσική τους κατάσταση, τότε ορισμένα άτομα θα

Είδος Άσκησης

Ως **είδος (ή μορφή) άσκησης** νοείται το είδος της δραστηριότητας ή το συγκεκριμένο άθλημα. Για πα-