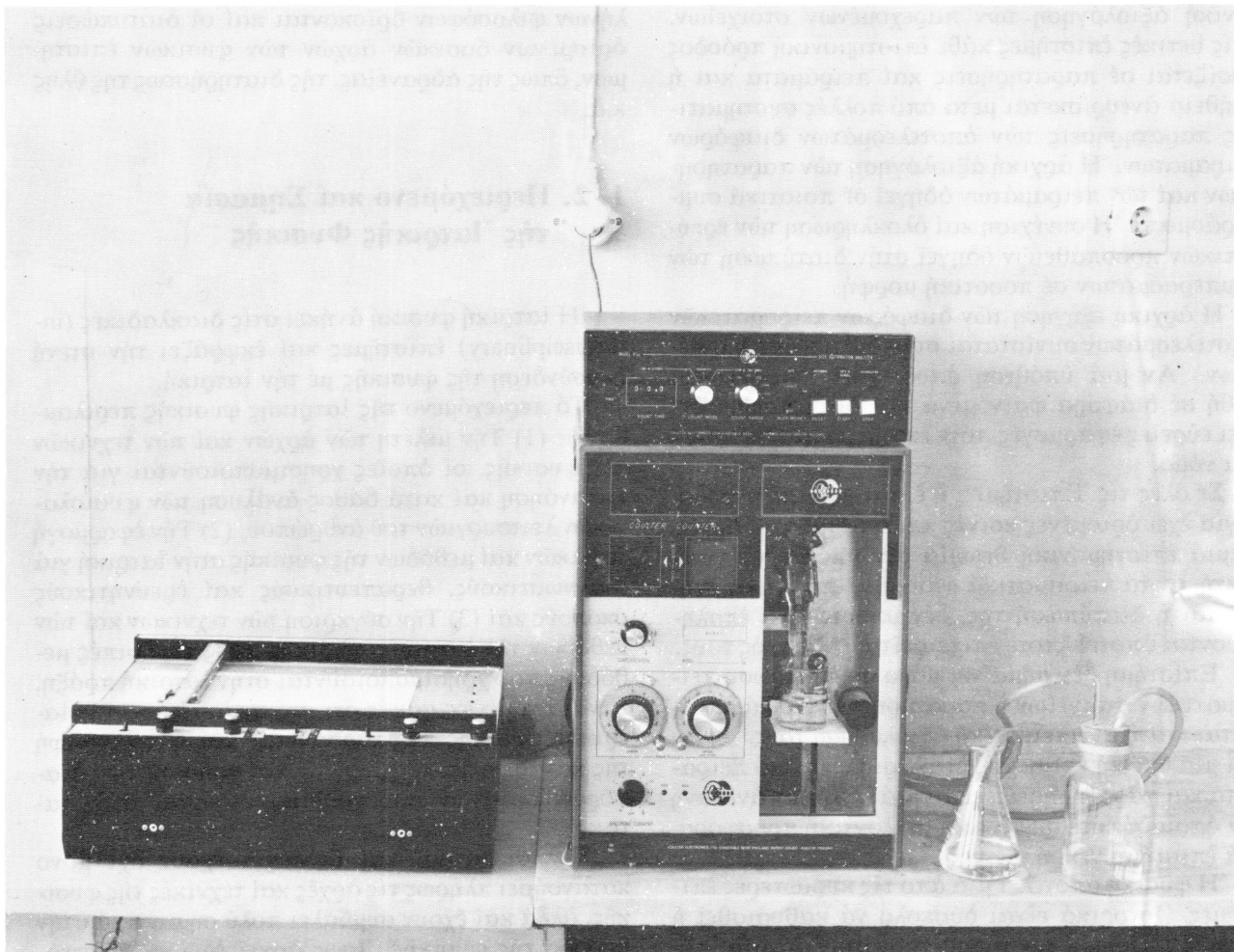


1

Γενική Είσαγωγή

1. 1. Σύγχρονη Έπιστημονική Μεθοδολογία
1. 2. Περιεχόμενο και Σημασία της Ύατρικης Φυσικής
1. 3. Βασικές Ποσότητες και Μονάδες τής Φυσικής
1. 4. Τό Ποσοτικό Στοιχείο στήν Ύατρική Φυσική
1. 5. Όργανα Μετρήσεων χρησιμοποιούμενα στήν Ύατρική
1. 6. Μετρήσεις και Σφάλματα Μετρήσεων
1. 7. Αναγραφή Αριθμητικού Αποτελέσματος - Σημαντικοί Άριθμοί



Εικόνα 1: Ηλεκτρονικός Άπαριθμητής Κυττάρων (Coulter Counter). Ή συσκευή αυτή χρησιμοποιείται γιά τή μέτρηση τών έρυθρών, τών λευκών καί τών αίμοπεταλίων. Είναι ένα ιατρικό όργανο, στήν κατασκευή του οποίου διακρίνονται σαφώς ό άνιχνευτής, τό ηλεκτρονικό σύστημα καί τό σύστημα παρουσίασεως.

1

Γενική Εισαγωγή

1.1. Σύγχρονη Έπιστημονική Μεθοδολογία

Η ταχύτερη πρόοδος που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια, στην ανάπτυξη όλων των Έπιστημών, οφείλεται κυρίως στην εφαρμογή συστηματικών και ορθολογιστικών μεθόδων και στην αντικειμενική αξιολόγηση των παρεχομένων στοιχείων. Στις θετικές επιστήμες κάθε επιστημονική πρόοδος βασίζεται σε παρατηρήσεις και πειράματα και η αλήθεια ανευρίσκεται μετά από πολλές συστηματικές παρατηρήσεις των αποτελεσμάτων διαφόρων πειραμάτων. Η αρχική αξιολόγηση των παρατηρήσεων και των πειραμάτων οδηγεί σε ποιοτικά συμπεράσματα. Η συνέχιση και ολοκλήρωση των έρευνητικών προσπαθειών οδηγεί στην διατύπωση των συμπερασμάτων σε ποσοτική μορφή.

Η αρχική εξήγηση των διαφόρων πειραματικών αποτελεσμάτων συνίσταται στην διατύπωση υποθέσεων. Αν μία υπόθεση αποδειχθεί πειραματικά όρθη σε διάφορα φαινόμενα και διαπιστωθεί ότι έχει ευρείες εφαρμογές, τότε εκφράζει μία θεωρία ή ένα νόμο.

Σε όλες τις Έπιστήμες, η επιστημονική μεθοδολογία έχει ορισμένες κοινές και απαράβατες αρχές. Καμιά επιστημονική θεωρία δεν μπορεί να γίνει δεκτή, αν τα πειραματικά στοιχεία, για όποια στηρίζεται ή διατύπωση της, δεν μπορούν να επαληθευθούν οποιοδήποτε έλεγχό τους.

Έπιστήμη δεν σημαίνει μόνο συγκέντρωση πειραματικών στοιχείων ή παρατηρήσεων, αλλά απαιτείται και η αντικειμενική αξιολόγησή τους. Άλλα και μία θετική επιστήμη, διαχωρισμένη από πειράματα και παρατηρήσεις, είναι μία επιστήμη ανίκανη για οποιαδήποτε σημαντική μελλοντική προσφορά, μία επιστήμη νεκρή.

Η φυσική αποτελεί μία από τις κυριότερες επιστήμες. Ιστορικά είναι δύσκολο να καθορισθεί η αρχή της. Πολλοί την τοποθετούν στην αρχαία Ελλάδα. Ο Δημόκριτος και ο Αριστοτέλης είχαν εκφράσει διαφορετικές απόψεις για την σύνθεση της ύλης, τις οποίες εδασίζαν στην λογική και όχι σε πειραματικά στοιχεία. Η άποψη του Αριστοτέλη ότι όλα τα σώματα της φύσεως αποτελούνται από

τέσσερις στοιχειώδεις μορφές της ύλης (γή, νερό, αέρα και φωτιά) αποδείχθηκε λανθασμένη. Αντίθετα η άποψη του Δημόκριτου, ότι η ύλη αποτελείται από μικρότατα σωματίδια, τα όποια δεν μπορούν να διαχωρισθούν σε ακόμα μικρότερα (άτομα, μη επιδεκτικά τομής), χωρίς να χάσουν τις βασικές τους ιδιότητες, αποτελεί την σύγχρονη ατομική θεωρία της συνθέσεως της ύλης. Στις εργασίες αρχαίων Ελλήνων φιλοσόφων βρίσκονται και οι διατυπώσεις ορισμένων βασικών αρχών των φυσικών επιστημών, όπως της αδρανείας, της διατηρήσεως της ύλης κ.ά.

1. 2. Περιεχόμενο και Σημασία της Ίατρικῆς Φυσικῆς

Η ιατρική φυσική ανήκει στις διακλαδικές (interdisciplinary) επιστήμες και εκφράζει την στενή διασύνδεση της φυσικής με την ιατρική.

Τό περιεχόμενο της ιατρικής φυσικής περιλαμβάνει: (1) Τήν μελέτη των αρχών και των τεχνικών της φυσικής, οι οποίες χρησιμοποιούνται για την κατανόηση και κατά βάθος ανάλυση των φυσιολογικών λειτουργιών του ανθρώπου, (2) Τήν εφαρμογή τεχνικών και μεθόδων της φυσικής στην ιατρική για διαγνωστικούς, θεραπευτικούς και έρευνητικούς σκοπούς και (3) Τήν σύγκριση των τεχνικών και των μεθόδων της ιατρικής φυσικής προς τις λοιπές μεθόδους που χρησιμοποιούνται στην ιατρική πράξη. Είναι επομένως σαφές ότι στό περιεχόμενο της ιατρικής φυσικής περιλαμβάνεται και η περιγραφή της κατασκευής, λειτουργίας και χρήσεως των διαφόρων οργάνων που χρησιμοποιούνται στην ιατρική.

Πολλοί ιατροί και βιολόγοι έχουν όχι μόνο κατανοήσει πλήρως τις αρχές και τεχνικές της φυσικής, αλλά και έχουν συμβάλει πολύ σημαντικά στην πρόοδο της φυσικής. Ίσως αρκεί εδώ να αναφερθούν μόνο τρία ονόματα: Του Poiseuille, ενός Γάλλου ιατρού που θεωρείται ως ένας από τους θεμελιωτές της υδροδυναμικής, του Thomas Young, Άγγλου ιατρού που θεωρείται ότι συνέβαλε τόσο πολύ στην πρόοδο της οπτικής και του Hooke, που

είναι γνωστός για τις μελέτες του στην ελαστικότητα.

Αλλά και στα νεότερα χρόνια, η συμβολή αυτή των ιατρών και βιολόγων συνεχίζεται. Κλασικό παράδειγμα αποτελεί η συμβολή των Άγγλων βιολόγων στην κατασκευή των συστημάτων ραδιοεντοπίσεως (radar) κατά τη διάρκεια του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου. Η ιστορία περιγράφεται από τον γνωστό βιομηχανολόγο Wolff (1970). Στην αρχή του πολέμου, οι επιστήμονες των θετικών επιστημών (μηχανικοί, φυσικοί, χημικοί) είχαν διατεθεί σε υπηρεσίες σχετικές με την κατασκευή, επιδιόρθωση και συντήρηση πολεμικών εφοδίων και βαρέων όπλων. Οι ιατροί είχαν ήδη διατεθεί σε υγειονομικές υπηρεσίες. Όταν διαπιστώθηκε η μεγάλη και επείγουσα ανάγκη ανάπτυξεως και εφαρμογής τεχνικών ραδιοεντοπίσεως για την αντιμετώπιση των βομβαρδισμών, οι μόνοι διαθέσιμοι επιστήμονες ήταν οι βιολόγοι. Και αυτοί όχι μόνο ανταποκρίθηκαν πλήρως στα καθήκοντα ηλεκτρονικών που τους ανατέθηκαν, αλλά μετά τη λήξη του πολέμου, με την πείρα που είχαν αποκτήσει, συνέτελεσαν στην πρόοδο της βιολογίας και της ιατρικής, με την εφαρμογή των τελευταίων επιτευγμάτων της ηλεκτρονικής στις επιστήμες αυτές.

Η εξέλιξη της ιατρικής συμβαδίζει με την εξέλιξη των βασικών επιστημών, ιδιαίτερα δέ της χημείας και της φυσικής. Βέβαια η εξέλιξη της ιατρικής στηρίζεται όχι μόνο στην πρόοδο των βασικών επιστημών, αλλά και στην πρόοδο της κλινικής παρατηρήσεως και των ιατρικών τεχνικών. Η ιατρική θεωρείται θετική επιστήμη, αλλά για τη σωστή άσκησή της και για την επιτέλεση κάθε ιατρικής προόδου, είναι απαραίτητος ο συνδυασμός της κλινικής εμπειρίας και της εφαρμογής των τελευταίων επιτευγμάτων των θετικών επιστημών. Μερικά παραδείγματα που αποδεικνύουν την παράλληλη πορεία εξέλιξεως της ιατρικής με τις βασικές επιστήμες είναι τά εξής: Η μικροβιολογία, ή κυτταρολογία και η ιστολογία στηρίξαν την εξέλιξή τους και στηρίζουν τις εφαρμογές τους στην ανάπτυξη των τεχνικών της οπτικής, για τη μεγέθυνση των αντικειμένων της μελέτης τους (μικροοργανισμών ή κυττάρων). Η ακτινοδιαγνωστική, ή ακτινοθεραπευτική και η πυρηνική ιατρική δημιουργήθηκαν, αναπτύχθηκαν και εξακολουθούν να εξελίσσονται χάρη στην ανάπτυξη και εξέλιξη της ακτινοφυσικής. Η συναγωγή διαγνωστικών συμπερασμάτων από τις μεταβολές του δυναμικού διαφόρων οργάνων (μυοκαρδίου, έγκεφάλου, μυών) θά ήταν αδύνατη, αν η ηλεκτρονική δεν είχε προοδεύσει τόσο πολύ, ώστε να είναι πραγματοποιήσιμη η αντίληψη και καταγραφή των ελαχίστων μεταβολών του δυναμικού, που αναπτύσσονται κατά τη λειτουργία των οργάνων αυτών, υπό τη μορφή ηλεκτροκαρδιογραφημάτων, ηλεκτροεγκεφαλογραφημάτων και ηλεκτρο-

μυογραφημάτων. Διάφορες συνηθισμένες θεραπευτικές αγωγές, όπως π.χ. η εφαρμογή του τεχνητού νεφρού σε περιπτώσεις νεφρικής ανεπάρκειας, ή χρησιμοποίηση εξωσωματικής κυκλοορσίας του αίματος και η χορήγηση αναισθησίας κατά την διάρκεια καρδιοχειρουργικών επεμβάσεων, θά ήταν ανεφάρμοστες, αν δεν είχαν κατασκευασθεί οι κατάλληλες συσκευές.

Τά προηγούμενα παραδείγματα αποδεικνύουν πόσο πολύπλευρη είναι η προσφορά των αρχών και των τεχνικών της φυσικής στην διαγνωστική, στην θεραπευτική και στην προληπτική ιατρική.

Οι βασικές επιστήμες εξελίσσονται με πολύ ταχύ ρυθμό και καθημερινά παρέχεται στον ιατρό ή ευκαιρία να διαπιστώνει τόσο την εξάρτηση της ιατρικής από τις βασικές επιστήμες όσο και την δυνατότητα πιθανής βελτιώσεως των χρησιμοποιουμένων ιατρικών μεθόδων και τεχνικών με την εφαρμογή νέων μεθόδων και νέων τεχνικών, που στηρίζονται σε νέα επιτεύγματα των βασικών επιστημών.

Η μεγάλη συσχέτιση της ιατρικής και των βασικών επιστημών δημιούργησε την αναπόφευκτη ανάγκη να δημιουργηθούν ειδικότερες σχέσεις μεταξύ όρισμένων ιατρικών ειδικοτήτων και ορισμένων κλάδων των φυσικών επιστημών με αποτέλεσμα οι ιατροί όρισμένων ειδικοτήτων να αναγκάζονται να μελετήσουν εκτενέστερα και βαθύτερα όρισμένους κλάδους των επιστημών αυτών. Έτσι, π.χ., οι καρδιολόγοι και καρδιοχειρουργοί ενδιαφέρονται ιδιαίτερα για τη μελέτη της υδροδυναμικής και των υπερήχων, οι αιματολόγοι για τη μελέτη της βιοχημείας και της μοριακής βιολογίας, οι ακτινοθεραπευτές και οι πυρηνικοί ιατροί για τη μελέτη της ακτινοφυσικής κ.ο.κ.

Η μεγάλη ανάπτυξη της ιατρικής φυσικής τά τελευταία χρόνια επέβαλε την συστηματική διδασκαλία της τόσο στο προπτυχιακό επίπεδο, όπου αντικατέστησε την διδασκαλία της Γενικής ή Πειραματικής Φυσικής, όσο και στο μεταπτυχιακό επίπεδο. Αυτό αποδεικνύεται και από την συρροή εκδόσεων έγχειριδίων Ιατρικής Φυσικής, που παρατηρείται: τά τελευταία χρόνια, μερικά από τά οποία αναγράφονται στο τέλος του κεφαλαίου αυτού. Επίσης, τά τελευταία χρόνια τό Πανεπιστήμιο του Λονδίνου, εκτός από τά άλλα πτυχία που χορηγεί, (όπως π.χ. Φυσικής, Χημείας, Βιολογίας, Μαθηματικών κλπ.), χορηγεί και πτυχίο (B. Sc.) Ιατρικής Φυσικής.

1. 3. Βασικές Ποσότητες και Μονάδες της Φυσικής

Βασικές ποσότητες είναι ή μάζα, τό μήκος, ό χρόνος, ή θερμοκρασία, ή ένταση του ηλεκτρικού

4 ΓΕΝΙΚΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ρεύματος και ή φωτεινή ισχύς, σύμφωνα με τό νέο σύστημα μονάδων, τό S.I. (Système Internationale), πού ήδη απόκτησε παγκόσμια εφαρμογή. Οί ποσότητες αυτές παρουσιάζονται στόν πίνακα 1.1. και ανταλλάσσονται στό 2ο τόμο (Κεφάλαιο 1).

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1. Οί Βασικές Ποσότητες και Μονάδες τής Φυσικής

Ποσότητα	Μονάδα	Σύμβολο
Μήκος	μέτρο	m
Μάζα	χιλιόγραμμα	kg
Χρόνος	δευτερόλεπτο	s
Ένταση Ήλεκτρικού Ρεύματος	ampere	A
Θερμοκρασία	kelvin	K
Φωτεινή Ένταση	candela	cd
Ποσό Ουσίας	mole	mol

Στίς βασικές μονάδες του S.I. περιλαμβάνεται ακόμα και τό γραμμομόριο (mole).

Τό S.I. περιλαμβάνει, εκτός από τίς βασικές, και άλλες μονάδες, παράγωγες και συμπληρωματικές.

Οί παράγωγες μονάδες προέρχονται από συνδυασμούς βασικών μονάδων, όπως π.χ. ή μονάδα τής δυνάμεως, ή όποια αποτελεί ένα συνδυασμό των βασικών μονάδων μάζας (kg), μήκους (m) και χρόνου (s), έχει ονομασθεί newton και ισούται με 1 kgm s^{-2} .

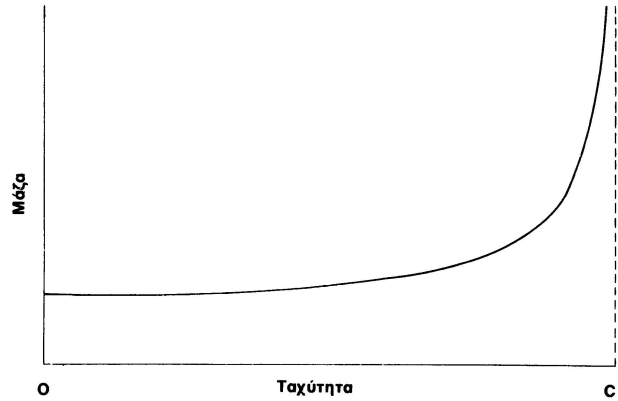
Κύριες συμπληρωματικές μονάδες είναι τό ακτινιο (radian) και τό στερεακτίνιο (steradian).

Ή μάζα ορίζεται από τήν ιδιότητα πού έχει κάθε σώμα νά αντιστέκεται στή μεταβολή τής κινητικής καταστάσεώς του. Ή ποσότητα τής μάζας ενός σώματος δέν είναι μιά σταθερή ιδιότητα του συγκεκριμένου αυτού σώματος, αλλά μεταβάλλεται με τήν ταχύτητά του, όταν ή ταχύτητα αυτή είναι πολύ μεγάλη. Ή μάζα ενός κινουμένου σώματος (m) συνδέεται με τή μάζα ήρεμίας (m_0) του ίδιου σώματος με τήν σχέση:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

όπου v είναι ή ταχύτητα του σώματος και c ή ταχύτητα του φωτός στο κενό. Δηλαδή ή μάζα αυξάνει με τήν αύξηση τής ταχύτητας και τείνει νά λάβει άπειρη τιμή, όταν ή ταχύτητα του σώματος τείνει νά φθάσει τήν ταχύτητα του φωτός στο κενό. Ή σχέση μεταξύ μάζας και ταχύτητας παρουσιάζεται στο σχήμα 1.1.

Τό μήκος είναι ή απόσταση μεταξύ δύο σημείων. Και τό μήκος ενός σώματος θεωρείται σχετικό και όχι απόλυτο μέγεθος, ή τιμή του όποιου εξαρτάται από τό σύστημα αναφοράς, και συγκεκριμένα αν ό παρατηρητής πού επιτελεί τήν μέτρηση παραμένει



Σχήμα 1.1. Ή σχέση μεταξύ μάζας και ταχύτητας ενός υλικού σώματος, όπου c ή ταχύτητα του φωτός στο κενό.

άκίνητος ή κινείται, καθώς και από τήν ταχύτητά του.

Και ό χρόνος, πού ορίζεται από τήν περιστροφή τής γής, θεωρείται ως σχετικό και όχι απόλυτο μέγεθος, επειδή μεταβάλλεται με τήν ταχύτητα.

Ή ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος ορίζεται από τήν δύναμη πού αναπτύσσεται ανάμεσα σε δύο άγωγούς, κάτω από καθορισμένες συνθήκες.

Ή θερμοκρασία είναι μιά μορφή ενέργειας, για τήν όποια αναφέρονται περισσότερα στο ειδικό κεφάλαιο.

Ή φωτεινή ένταση ορίζεται από τή φωτεινή ροή πού διέρχεται σε στερεά γωνία, μετά τήν έκπομπή φωτεινής ενέργειας από μιά σημειακή πηγή.

Όρισμένες φυσικές ποσότητες, τά μονόμετρα μεγέθη, χαρακτηρίζονται πλήρως μόνο με τήν αριθμητική τιμή τους, όπως π.χ. ό όγκος, ή μάζα κ.ά. Άλλες φυσικές ποσότητες, τά άνυσματικά μεγέθη, χαρακτηρίζονται πλήρως με τήν αριθμητική τιμή τους και τόν καθορισμό τής διευσθύνσεως και τής φοράς τους, όπως π.χ. ή δύναμη και ή ταχύτητα.

Οί διάφορες φυσικές ποσότητες μπορούν νά αναλυθούν εκτενέστερα σε βασικές ποσότητες και νά αναγραφούν οί διαστάσεις τους, όπως π.χ. ή ταχύτητα πού μπορεί νά καθορισθεί ως (διάστημα) × (χρόνος⁻¹). Ύπάρχουν όμως και ποσότητες πού στερούνται διαστάσεων και αποτελούν «καθαρούς» αριθμούς, όπως π.χ. οί ρίζες, οί εκθέτες λογαρίθμων κ.ά.

Σε πολλές περιπτώσεις είναι αναγκαία ή χρησιμοποίηση μονάδων πολύ μεγαλύτερων ή πολύ μικρότερων από εκείνες πού έχουν ορισθεί. Τότε χρησιμοποιούνται δεκαδικά πολλαπλάσια ή ύποπολλαπλάσια των μονάδων αυτών και τό μέγεθός τους δηλώνεται με τήν προσθήκη ενός πρώτου συνθετικού, όπως φαίνεται στόν πίνακα 1.2.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2. Πολλαπλάσια και Ύποπολλαπλάσια των Μονάδων

Πολλαπλάσια	Πρώτο Συνθετικό	Σύμβολο
10	deka	dK
10 ²	hecto	h
10 ³	kilo	K
10 ⁶	mega	M
10 ⁹	giga	G
10 ¹²	tera	T
Ύποπολλαπλάσια	Πρώτο Συνθετικό	Σύμβολο
10 ⁻¹	deci	d
10 ⁻²	centi	c
10 ⁻³	milli	m
10 ⁻⁶	micro	μ
10 ⁻⁹	nano	n
10 ⁻¹²	pico	p

1. 4. Τό Ποσοτικό Στοιχείο στην Ίατρική Φυσική

Κατά τὰ ἀρχικά στάδια εξέλιξης τῆς βιολογίας καί τῆς ἱατρικῆς ἐπικρατοῦσε τό ποιοτικό καί περιγραφικό στοιχείο. Ὅμως ἡ σύγχρονη εξέλιξη τῶν ἐπιστημῶν αὐτῶν συντελεῖ στή βαθμιαία ὑποκατάσταση τοῦ ποιοτικοῦ στοιχείου ἀπό τό ποσοτικό. Συνεχῶς ἐπιτελοῦνται μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων κατά τήν ἀσκηση τῆς ἱατρικῆς, ὅπως π.χ. τῆς ἀρτηριακῆς πιέσεως, τῆς ἀκουστικῆς ὀξύτητας, διαφόρων βιοχημικῶν παραμέτρων κλπ. Ἀλλά τό ποιοτικό στοιχείο εἶναι συνφασμένο μέ τήν ἀνθρώπινη φύση καί σέ πολλά ὑποκειμενικά ἐνοχλήματα εἶναι ἀδύνατη ἡ ἀπόδοση μιᾶς ἀντικειμενικῆς ἀριθμητικῆς τιμῆς. Ἐτσι, π.χ., τό αἶσθημα ἀδυναμίας καί κοπώσεως, τό αἶσθημα πόνου κλπ. δέν ἐπιδέχονται ἀκριβή ἀντικειμενική ποσοτική ἔκφραση. Μέ ἕνα ἀπλοποιημένο σχῆμα εἶναι δυνατό νά θεωρηθεῖ ὅτι κατά τήν ἀντικειμενική ἐκτίμηση διαφόρων παραμέτρων, πού εἶναι χρήσιμες στήν κλινική ἐκτίμηση τῶν ἀσθενῶν, ἐπικρατεῖ τό ποσοτικό στοιχείο. Κατά τήν ὑποκειμενική ἐκτίμηση τῶν ἐνοχλημάτων τῶν ἀσθενῶν ἐπικρατεῖ τό ποιοτικό στοιχείο.

Πρὶν ἀπό λίγα χρόνια συνηθίζοταν ὁ βιολογικός προσδιορισμός διαφόρων οὐσιῶν πού στηριζόταν στήν παρατήρηση τῆς βιολογικῆς ἀνταπόκρισεως, μετά τήν ἐπίδραση τῆς μετρούμενης οὐσίας. Οἱ βιολογικές αὐτές μέθοδοι στεροῦνται ἀκριβείας, ἐπειδή τό τελικό παρατηρούμενο ἀποτέλεσμα ἐξαρτᾶται ὄχι μόνο ἀπό τήν χορηγούμενη ποσότητα, ἀλλά καί ἀπό τό βιολογικό ὑπόστρωμα στό ὁποῖο

ἐπιδρά. Καί τό βιολογικό αὐτό ὑπόστρωμα δέν εἶναι σταθερό, ἀλλά παρουσιάζει διάφορες διακυμάνσεις. Χαρακτηριστικά ἀναγράφεται ἕνα παράδειγμα μετρήσεως μιᾶς φυσικῆς ποσότητας πού εἶχε στηριχθεῖ στή βιολογική ἀνταπόκριση καί συγκεκριμένα ἡ δοσιμετρία τῆς ἰοντίζουσας ἀκτινοβολίας. Κατά τὰ πρῶτα χρόνια τῆς ἐφαρμογῆς τῶν ἀκτίνων Χ χρησιμοποιόταν ἡ «δόση ἐρυθήματος» πού ὀριζόταν ὡς ἡ ἐλάχιστη δόση ἀκτινοβολίας πού μετά 48 ὥρες προκαλεῖ ἐρύθημα στό δέρμα τῆς ἔσω ἐπιφανείας τοῦ μηροῦ. Σήμερα ξέρομε ὅτι ἡ δόση αὐτή ἀνέρχεται σέ μερικές ἑκατοντάδες rads. Ξέρομε ἀκόμη ὅτι ἡ ἴδια δόση ἀκτινοβολίας μπορεῖ νά μὴν προκαλέσει ἐρύθημα σέ ὀρισμένα ἄτομα, ἐνῶ σέ ἄλλα ἄτομα θά προκαλέσει ἕνα μικρό ἐρύθημα καί σέ ἄλλα μιᾶ σοβαρῶτερη δερματίτιδα. Οἱ διαφορετικές ἀνταποκρίσεις στήν ἴδια δόση ἀκτινοβολίας ὀφείλονται στό διαφορετικό βιολογικό ὑπόστρωμα καί καθιστοῦν ἀνακριδῆ τήν μέθοδο αὐτή τῆς βιολογικῆς δοσιμετρίας. Ἡ μέθοδος ἐπίσης ὑστερεῖ ἐπειδή δέν εἶναι κατάλληλη γιά τήν μέτρηση μικρῶν δόσεων ἰοντίζουσας ἀκτινοβολίας, δηλαδή δέν εἶναι εὐαίσθητη. Σήμερα γιά τήν δοσιμετρία τῆς ἰοντίζουσας ἀκτινοβολίας χρησιμοποιεῖται ἡ μονάδα rad ἢ ἡ μονάδα Gy, πού ὀρίζονται ἀπό τήν ποσότητα τῆς ἀπορροφουμένης ἐνεργείας σέ μιᾶ ὀρισμένη μάζα τοῦ ἀκτινοβολουμένου σώματος. Ὅμως θά ἦταν λάθος νά θεωρηθεῖ ὅτι σήμερα ἡ βιολογική δοσιμετρία τῆς ἰοντίζουσας ἀκτινοβολίας ἔχει τελείως ἐξοστρακισθεῖ. Ἀντίθετα, ἡ χρησιμοποίηση τῶν χρωματοσωματικῶν ἀλλοιώσεων τῶν λεμφοκυττάρων τοῦ αἵματος εἶναι μιᾶ σύγχρονη, ἀκριβῆς, εὐαίσθητη καί γενικά ἀρκετά ἱκανοποιητική μέθοδος βιολογικῆς δοσιμετρίας. Ἄλλο παράδειγμα εἶναι ὁ ποσοτικός προσδιορισμός τῶν ὁρμονῶν πού σήμερα γίνεται μέ μεγάλη ἀκρίβεια καί εὐαισθησία μέ τίς ραδιοανοσομετρήσεις, ἐνῶ παλαιότερα γινόταν μέ ὄχι ἀκριβεῖς βιολογικές μεθόδους.

1. 5. Ὄργανα Μετρήσεων χρησιμοποιούμενα στήν Ίατρική

Τά τελευταῖα χρόνια χρησιμοποιοῦνται συχνότατα συσκευές μετρήσεων διαφόρων παραμέτρων πού σχετίζονται μέ τίς λειτουργίες τοῦ ἀνθρώπινου σώματος (ὅπως π.χ. πιέσεως, θερμοκρασίας, βιοηλεκτρικῶν δυναμικῶν κλπ.), καθῶς καί ἄλλες συσκευές πού ἀπεικονίζουν τήν ἱστομορφολογική κατασκευή ἐσωτερικῶν ὀργάνων (ὅπως π.χ. σπινθηρογράφοι, θερμογράφοι κλπ.).

Ἡ προσφορά τῶν συσκευῶν αὐτῶν συνίσταται σιά ἐξῆς:

1. Ἀνιχνεύουν καί μετροῦν διάφορες παραμέτρους πού οὐδέποτε γίνονται ἀντιληπτές μέ τίς αἰ-