

Κεφάλαιο 1

Μέτρηση-Δοκιμασία-Αξιολόγηση

Ανδρέας Δ. Φλουρής PhD, Παρασκευή Γκιάτα Msc

1 Εισαγωγή

Γιατί είναι σημαντική η πραγματοποίηση μετρήσεων; Γιατί είναι απαραίτητη η αξιολόγηση τους; Γιατί είναι σημαντική η γνώση της στατιστικής [1]; Οι απαντήσεις των ερωτήσεων αυτών αποδεικνύουν τη σημαντικότητα τους στην αξιολόγηση και στην ανάπτυξη προγραμμάτων στα πλαίσια της επιστήμης του αθλητισμού. Φοιτητές, καθηγητές και προπονητές χρησιμοποιούν διάφορες μετρήσεις και δοκιμασίες και αξιολογούν αποτελέσματά τους είτε για να βελτιώσουν τα προγράμματα άσκησης και τις μεθόδους τους είτε για να προάγουν τη γνώση μέσω της πρωτογενούς έρευνας [2].

Η διαδικασία των μετρήσεων ακολουθείται από τη λήψη αποφάσεων, που είναι απαραίτητη σε κάθε στάδιο της ζωής μας. Στην πραγματικότητα, ακόμη και αν δεν το αντιλαμβανόμαστε, όλοι χρησιμοποιούμε μετρήσεις, τις αξιολογούμε και λαμβάνουμε αποφάσεις καθημερινά [2]. Πριν από κάθε απόφαση είναι απαραίτητη η συλλογή των δεδομένων. Σκεφτείτε, για παράδειγμα, ότι οδηγώντας το αυτοκίνητό σας ελέγχετε πόσο καύσιμο υπάρχει στη δεξαμενή (μέτρηση) και στο δρόμο βλέπετε μια πινακίδα που αναγράφει την απόσταση για την επόμενη πόλη (μέτρηση). Έτσι, αξιολογείτε το πότε θα πρέπει να γεμίσετε τη δεξαμενή με βενζίνη. Στο παράδειγμα αυτό βλέπουμε, λοιπόν, ότι συλλέγουμε δεδομένα και μετρήσεις και λαμβάνουμε μια απόφαση (δηλαδή, πότε θα προσθέσουμε καύσιμο).

Οι ερευνητές συλλέγουν δεδομένα που σχετίζονται με τη σωματική κατάσταση και αξιολογούν τη σχέση τους με τη σωματική δραστηριότητα, την ποιότητα ζωής, τη θνητότητα και τη θνησιμότητα. Άλλοι αξιολογούν την ενεργειακή ισορροπία μετρώντας το βασικό μεταβολικό ρυθμό. Προπονητές πραγματοποιούν μετρήσεις για να σχεδιάσουν ένα πρόγραμμα σωματικής δραστηριότητας και να αξιολογήσουν την πρόδοό του. Συλλέγουν, επίσης, στατιστικά δεδομένα είτε μεμονωμένων συμμετεχόντων είτε μιας ολόκληρης ομάδας για να αξιολογήσουν την πορεία της σωματικής τους κατάστασης. Όλα αυτά αποτελούν παραδείγματα δοκιμασιών και μετρήσεων. Σε κάθε περίπτωση, η λήψη σωστών αποφάσεων βασίζεται στην ακριβή μέτρηση και αξιολόγηση [1, 2].

1.1 Ορισμοί

Οι όροι μέτρηση, αξιολόγηση και δοκιμασία έχουν συγκεκριμένες έννοιες και είναι απαραίτητη η κατανόηση των αλληλεξαρτήσεων και των διαφορών μεταξύ τους. Ο όρος «μέτρηση» αποτελεί συνηθισμένη έκφραση. Όλοι έχουν μετρήσει το ύψος και το βάρος τους, όλοι έχουν ακούσει για την επίδοση ενός αθλητή στο τρέξιμο ή στο άλμα εις ύψος. Όλα αυτά αποτελούν παραδείγματα μετρήσεων [2]. Ως «μέτρηση» χαρακτηρίζεται η διαδικασία συλλογής δεδομένων μέσω της διεξαγωγής των εκάστοτε δοκιμασιών η οποία πρέπει να είναι ακριβής, αξιόπιστη και όσο πιο αντικειμενική γίνεται. Ο όρος «δοκιμασία» αναφέρεται σε ένα όργανο ή εργαλείο που χρησιμοποιείται για να πραγματοποιηθεί μια μέτρηση. Το εργαλείο αυτό μπορεί να είναι γραπτό (π.χ., ερωτηματολόγιο), προφορικό (π.χ., συνέντευξη) ή ένα μηχάνημα μέτρησης (π.χ., εργομετρικό ποδήλατο).

Οι μετρήσεις μπορούν να αφορούν χαρακτηριστικά γνωρίσματα ή συμπεριφορές ενός ατόμου, όπως για παράδειγμα η μέτρηση της καρδιακής συχνότητας ή της αρτηριακής πίεσης. Σε άλλες περιπτώσεις, οι μετρήσεις μπορούν να σχετίζονται με τις ικανότητες ενός παιδιού ή ενός ηλικιωμένου ατόμου σε διάφορα επίπεδα σωματικής κατάστασης, όπως ο έλεγχος της αερόβιας ικανότητας ή οι δοκιμασίες ελέγχου μυϊκής

δύναμης. Για παράδειγμα, μπορεί κάποιος να μετρήσει την αρτηριακή πίεση στη δοκιμασία κόπωσης σε άτομα με ήπια αρτηριακή υπέρταση, την απόσταση που τρέχει ένας εθελοντής σε 10 min ή το χρόνο που κάνει κάποιος για να τρέξει μια απόσταση 1km. Από τα παραδείγματα παρατηρείται ότι όλα τα δεδομένα που συλλέγονται μέσω των δοκιμασιών είναι ένας ή πολλοί αριθμοί (τιμή πρόσληψης οξυγόνου, min, απόσταση), γεγονός που κάνει τη μέτρηση να θεωρείται ποσοτική. Συνοψίζοντας, μια μέτρηση μπορεί να χαρακτηριστεί ως η διαδικασία που προσδίδει αριθμό σε ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα ή μια ικανότητα ενός ατόμου που μετριέται κάθε φορά.

Η «αξιολόγηση» είναι η διαδικασία της ερμηνείας των δεδομένων που συλλέγονται μέσω των μετρήσεων και ο προσδιορισμός της ποιότητας, της αξίας και της σημαντικότητάς τους [1, 2]. Με την ολοκλήρωση της συλλογής δεδομένων μέσω μιας μέτρησης θα πρέπει να δοθούν επεξηγήσεις των αποτελεσμάτων αυτών, καθώς και απαντήσεις στα ερωτήματα «πώς» και «γιατί» γίνεται αυτό [3]. Ας πάρουμε, για παράδειγμα, μια ομάδα ηλικιωμένων ατόμων στην οποία εφαρμόζεται μια δοκιμασία για την αξιολόγηση της αερόβιας ικανότητάς τους. Στο τέλος της μέτρησης, οι ηλικιωμένοι θα θέλουν να μάθουν ποιο είναι το επίπεδο της αερόβιας τους ικανότητας. Χωρίς την ερμηνεία των αποτελεσμάτων και της ποιότητάς τους, η δοκιμασία δεν θα έχει κανένα νόημα [2]. Σε μια άλλη περίπτωση, όπου σε μια ομάδα υπέρβαρων ατόμων πραγματοποιούνται μετρήσεις δερματοπτυχών, στο τέλος των μετρήσεων τα άτομα αυτά θα θέλουν να ενημερωθούν για τη σχέση των αποτελεσμάτων της δοκιμασίας με το σωματικό λίπος.

Συνοψίζοντας, είναι απαραίτητη η ερμηνεία των αποτελεσμάτων για να έχει νόημα μια μέτρηση. Η ερμηνεία αυτή χαρακτηρίζεται ως αξιολόγηση, δηλαδή η κρίση μιας μέτρησης. Για να είναι αποτελεσματική μια μέτρηση θα πρέπει να ακολουθείται από μια αξιολόγηση.

1.2 Σχέση μεταξύ μέτρησης, δοκιμασίας και αξιολόγησης

Όπως έχει αναφερθεί, η μέτρηση, η δοκιμασία και η αξιολόγηση έχουν συγκεκριμένες έννοιες και αλληλοσυνδέονται μεταξύ τους αλλά δεν είναι συνώνυμες. Συγκεκριμένα, η μέτρηση οδηγεί στη συλλογή ποσοτικών ή/και ποιοτικών δεδομένων στα οποία βασίζεται η αξιολόγηση, ενώ η δοκιμασία αποτελεί το εργαλείο μέσω του οποίου συλλέγονται τα δεδομένα αυτά. Η μέτρηση είναι απαραίτητη για τη διαδικασία της αξιολόγησης. Με τη μέτρηση εξασφαλίζεται η συλλογή δεδομένων, και η καταγραφή παρατηρήσεων, χωρίς την οποία η αξιολόγηση θα ήταν αδιανόητη. Από την άλλη πλευρά, η αξιολόγηση θα ήταν αδύνατη αν δεν υπήρχε η αποτελώντας μια διαδικασία πιο περίπλοκη, η οποία έχει τις περισσότερες φορές ως στόχο να ερμηνεύσει τα δεδομένα των μετρήσεων [3].

1.3 Σχέση μεταξύ μέτρησης, δοκιμασίας και αξιολόγησης

Οι διαδικασίες της μέτρησης και της αξιολόγησης αποτελούν σημαντικά εργαλεία για το σχεδιασμό προγραμμάτων άσκησης ειδικών πληθυσμών για τους παρακάτω λόγους (εικόνα 1.1):



Εικόνα 1.1 Λόγοι χρησιμότητας μετρήσεων και αξιολόγησης τους.

1.3.1 Κίνητρο

Αν χρησιμοποιηθούν ορθά, οι διαδικασίες της μέτρησης και της αξιολόγησης μπορούν να αναπτύξουν το κίνητρο τόσο για τους φοιτητές όσο και για τα άτομα που ανήκουν στους ειδικούς πληθυσμούς (π.χ. παιδιά, άτομα με αναπηρία, ασθενείς με σακχαρώδη διαβήτη, ασθενείς με χρόνια νεφρική ανεπάρκεια) [2]. Όλοι χρειάζονται την ανατροφοδότηση που φέρει η αξιολόγηση της προσπάθειάς τους [1]. Μια μέτρηση σωματικής σύστασης μέσω της χρήσης δερματοπτυχών μπορεί να δώσει το κίνητρο σε υπέρβαρα άτομα να ενταχθούν σε ένα πρόγραμμα άσκησης για απώλεια βάρους. Ασθενείς με σακχαρώδη διαβήτη μπορούν να κινητοποιηθούν μέσω των μετρήσεων για τη συμμετοχή σε ένα πρόγραμμα άσκησης και διατροφής με στόχο τη βελτίωση της ρύθμισης των επιπέδων σακχάρων του αίματος. Τέλος, άτομα μεγάλης ηλικίας μπορούν να αποκτήσουν το κίνητρο για βελτίωση της ευλυγισίας τους μέσω της πραγματοποίησης ειδικών δοκιμασιών.

Στις περισσότερες περιπτώσεις, μια μέτρηση επαναλαμβάνεται περισσότερες από μια φορές. Η γνώση μιας επαναληπτικής μέτρησης δίνει κίνητρο στους δοκιμαζόμενους να καταβάλουν μεγαλύτερη προσπάθεια με σκοπό τη βελτίωση της αρχικής τους μέτρησης. Επομένως, για τους περισσότερους ανθρώπους η σύγκριση προηγούμενων αποτελεσμάτων με τα νέα οδηγεί σε βελτίωση της επίδοσής τους [2].

1.3.2 Διάγνωση

Με την πραγματοποίηση μετρήσεων μπορούν να εκτιμηθούν αδυναμίες και ικανότητες φοιτητών και ειδικών πληθυσμών [1, 2]. Επίσης, δίνεται η δυνατότητα να αξιολογηθεί το επίπεδο γνώσεων και ικανοτήτων των ατόμων μιας ομάδας. Ας πάρουμε, για παράδειγμα, μια ομάδα ατόμων που συμμετείχαν σε ένα πρόγραμμα άσκησης. Μέσω μετρήσεων, που πραγματοποιήθηκαν πριν την έναρξη του προγράμματος, φάνηκε ότι τα μισά άτομα είχαν χαμηλότερο επίπεδο αερόβιας ικανότητας. Αυτό έδωσε τη δυνατότητα στον υπεύθυνο του προγράμματος να σχεδιάσει το πρόγραμμα με τέτοιο τρόπο ώστε να έχει ωφέλειες για όλους τους συμμετέχοντες. Βλέπουμε, λοιπόν, ότι η διάγνωση αδυναμιών μέσω των μετρήσεων δίνει τη δυνατότητα της συνταγογράφησης ειδικών προγραμμάτων άσκησης με βάση τις ανάγκες των συμμετεχόντων [1]. Η επανάληψη των μετρήσεων παρέχει τη δυνατότητα ελέγχου της προόδου του ατόμου και, σε περιπτώσεις που δεν έχει επιτευχθεί ο αναμενόμενος στόχος, οι μετρήσεις βοηθούν στην εύρεση τυχόν αδυναμιών.

1.3.3 Κατάταξη

Οι μετρήσεις συμβάλλουν στην ομοιογενή κατάταξη ατόμων των ειδικών πληθυσμών σε κατηγορίες ανάλογα με τις δυνατότητές τους [2]. Με αυτόν τον τρόπο οι συμμετέχοντες μιας ομάδας ξεκινούν από το ίδιο επίπεδο ικανοτήτων και, έτσι, αισθάνονται πιο άνετα κατά την εκτέλεση άσκησης με ασκούμενους αντίστοιχου επιπέδου [1]. Αυτό είναι σημαντικό γιατί η ομοιογένεια μιας ομάδας συμβάλλει στην ασφάλεια των αποτελεσμάτων [2]. Για παράδειγμα, σε μια ομάδα ηλικιωμένων ατόμων τα άτομα με χαμηλό επίπεδο δεξιοτήτων δεν πρέπει να εκτελέσουν μια άσκηση με την ίδια ένταση, όπως τα άτομα που έχουν υψηλότερο επίπεδο δεξιοτήτων.

1.3.4 Επίτευξη

Μετρήσεις πραγματοποιούνται και αξιολογούνται με σκοπό την επίτευξη προσωπικών στόχων ή των στόχων που έχουν τεθεί σε ένα πρόγραμμα άσκησης [1]. Οι δοκιμαζόμενοι επιθυμούν να ενημερώνονται για το βαθμό προόδου τους σε τακτικά χρονικά διαστήματα [1]. Για παράδειγμα, ασθενείς με ήπια υπέρταση, που υποβάλλονται σε ένα πρόγραμμα μέτριας αερόβιας άσκησης, θέλουν να μάθουν το βαθμό βελτίωσης της απάντησης της αρτηριακής πίεσης στη δοκιμασία κόπωσης μετά από ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Συμμετέχοντες που υποβάλλονται σε ένα πρόγραμμα άσκησης και διατροφής, θέλουν να μάθουν για πιθανές μεταβολές στη σύσταση του σώματός τους και της μυϊκής τους δύναμης. Επιπλέον, η πραγματοποίηση μετρήσεων βοηθά στην αναγνώριση της επιτυχίας ενός προγράμματος άσκησης [2]. Για παράδειγμα, ένας προπονητής ή ερευνητής επιθυμεί να μάθει αν η εφαρμογή ενός συγκεκριμένου προγράμματος άσκησης οδηγεί στα επιθυμητά αποτελέσματα. Στην περίπτωση που δεν υπάρχει η αναμενόμενη βελτίωση, το πρόγραμμα τροποποιείται και επαναπροσδιορίζονται εκ νέου οι στόχοι του.

1.3.5 Πρόβλεψη

Η χρήση των μετρήσεων για την πρόβλεψη μελλοντικών αποδόσεων γίνεται ολοένα και πιο συχνή. Η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, οι βιοψίες μυών και τα επίπεδα άγχους αποτελούν παραδείγματα μετρήσεων που χρησιμοποιούνται για την πρόβλεψη μελλοντικών αποδόσεων. Όμως, για μια έγκυρη και ακριβή πρόβλεψη είναι απαραίτητη η γνώση φυσιολογίας και ψυχολογίας της άσκησης, καθώς και βασικών γνώσεων στατιστικής [2].

1.4 Κριτήρια επιλογής δοκιμασιών

Οι δοκιμασίες αντιπροσωπεύουν τα εργαλεία με τα οποία αξιολογούνται οι ικανότητες ενός ατόμου ή τα χαρακτηριστικά τους γνωρίσματα και συμπεριφορές. Για να κριθεί, όμως, κατάλληλη μια δοκιμασία και να οδηγήσει σε χρήσιμα δεδομένα, θα πρέπει να πληροί συγκεκριμένα κριτήρια: εγκυρότητα, αξιοπιστία, αντικειμενικότητα και δυνατότητα υλοποίησης [2].

1.4.1 Εγκυρότητα

Η εγκυρότητα αποτελεί το σημαντικότερο κριτήριο καταλληλότητας μιας δοκιμασίας. Αναφέρεται στο βαθμό γνησιότητας ενός αποτελέσματος. Μια δοκιμασία θεωρείται έγκυρη όταν μετράει την ιδιότητα που πρέπει να μετρήσει [3]. Για παράδειγμα, μια δοκιμασία που χρησιμοποιείται για να μετρήσει τη μυϊκή δύναμη ενός ατόμου, πρέπει όντως να μετράει αυτή την ιδιότητα. Ακούγεται απλό, αλλά στην πραγματικότητα υπάρχουν πολλές δοκιμασίες που δεν πληρούν αυτό το κριτήριο. Παράγοντες, που μπορούν να επηρεάσουν την εγκυρότητα μιας δοκιμασίας, είναι:

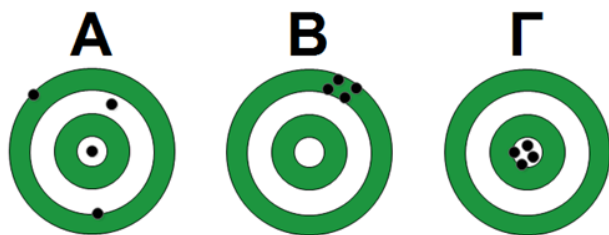
- Χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων: Οι δοκιμασίες πρέπει να υποβάλλονται σε συμμετέχοντες με χαρακτηριστικά (π.χ. ηλικία, φύλο, προηγούμενη εμπειρία με τη δοκιμασία) όμοια με τα άτομα στα οποία μελετήθηκε η εγκυρότητα της δοκιμασίας. Για παράδειγμα, μια δοκιμασία που κρίθηκε έγκυρη, όταν εφαρμόστηκε σε υπερτασικούς ασθενείς δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε άτομα που είναι υγιή [2].
- Αξιοπιστία της δοκιμασίας: Αν η δοκιμασία δεν είναι αξιόπιστη, δεν μπορεί να είναι έγκυρη (δες παρακάτω).
- Διαδικασίες μέτρησης: Η μέτρηση πρέπει να πραγματοποιείται πάντα στις συνθήκες για τις οποίες έχει σχεδιαστεί και με βάση τις οδηγίες του ερευνητή που μελέτησε την εγκυρότητά της. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες, η σαφήνεια των οδηγιών για την πραγματοποίηση της δοκιμασίας και, κατά συνέπεια, η λάθος εκτέλεσή της από τον δοκιμαζόμενο, είναι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την εγκυρότητα της δοκιμασίας[2].

1.4.2 Αξιοπιστία

Αξιόπιστη θεωρείται η δοκιμασία εκείνη με την οποία λαμβάνονται τα ίδια αποτελέσματα ανεξαρτήτως του αριθμού επαναλήψεών της [1]. Δηλαδή, αφορά τη σταθερότητα των αποτελεσμάτων μιας δοκιμασίας σε σχέση με αυτό που θέλουμε πραγματικά να μετρήσουμε [3]. Για παράδειγμα, αν μια ομάδα παιδιών υποβληθεί στην ίδια δοκιμασία σε δυο διαφορετικές χρονικές περιόδους, τα αποτελέσματα που θα ληφθούν πρέπει να είναι όμοια. Στην περίπτωση αυτή λέμε ότι η δοκιμασία αυτή είναι αξιόπιστη. Συνεπώς, μια αξιόπιστη δοκιμασία πρέπει να παρέχει δεδομένα τα οποία είναι σταθερά, ακριβή και επαναλαμβανόμενα. Για να εξασφαλιστεί η αξιοπιστία μιας δοκιμασίας πρέπει κάποιες συνθήκες να παραμείνουν σταθερές, όπως ο εξοπλισμός μέτρησης, οι τεχνικές μέτρησης και οι συνθήκες περιβάλλοντος. Παράγοντες, που επηρεάζουν τον βαθμό αξιοπιστίας μιας δοκιμασίας, σχετίζονται με:

- Το δοκιμαζόμενο – κόπωση, έλλειψη κινήτρου, διάθεση,
- Τον ερευνητή – έλλειψη εμπειρίας και ικανότητας,
- Το περιβάλλον – συνθήκες περιβάλλοντος, οργάνωση του χώρου μέτρησης,
- Τη δοκιμασία – ένταση και διάρκεια της δοκιμασίας, ευαισθησία της μέτρησης, βαθμός δυσκολίας της μέτρησης, διαφορετικός εξοπλισμός,
- Το στατιστικό λάθος κατά την ανάλυση των δεδομένων [2].

Προκειμένου μια δοκιμασία να έχει υψηλή εγκυρότητα, είναι απαραίτητο να έχει υψηλή αξιοπιστία. Όμως, δεν συμβαίνει απαραίτητα και το αντίστροφο [2]. Στην εικόνα 1.2 παρουσιάζονται τρεις στόχοι (Α, Β, Γ), όπου ο κάθε ένας από αυτούς αντιστοιχεί σε μια διαφορετική τεχνική σκόπευσης. Σκοπός του παραδείγματος είναι η κατανόηση της σχέσης εγκυρότητας και αξιοπιστίας.



Εικόνα 1.2 Παράδειγμα σχέσης εγκυρότητας και αξιοπιστίας.

Στην περίπτωση Α της εικόνας 1.2, η τεχνική σκόπευσης δεν έχει αξιοπιστία γιατί, ενώ πετυχαίνει το στόχο μια φορά, δεν οδηγεί στα ίδια αποτελέσματα ανεξαρτήτως του αριθμού επαναλήψεών της. Όταν τα δεδομένα που παρέχονται δεν είναι αξιόπιστα, τότε θεωρείται ότι η δοκιμασία έχει χαμηλό βαθμό εγκυρότητας. Στην περίπτωση Β της εικόνας 1.2, η τεχνική σκόπευσης έχει υψηλή αξιοπιστία (τα αποτελέσματά της είναι σταθερά σε σχέση με αυτό που θέλουμε πραγματικά να μετρήσουμε), αλλά δεν επιτυγχάνει το στόχο της. Τότε, λέμε ότι η μέτρηση έχει υψηλή αξιοπιστία, αλλά δεν είναι έγκυρη. Στην περίπτωση Γ της εικόνας 1.2, η τεχνική σκόπευσης επιτυγχάνει το στόχο κάθε φορά. Στην περίπτωση αυτή, λέμε ότι η μέτρηση είναι έγκυρη και αξιόπιστη.

1.4.3 Αντικειμενικότητα

Ένα άλλο κριτήριο για την καταλληλότητα μιας δοκιμασίας είναι η αντικειμενικότητα [1]. Υψηλή αντικειμενικότητα θεωρείται πως έχει η δοκιμασία η οποία πραγματοποιείται ταυτόχρονα από δυο ή περισσότερους ερευνητές στην ίδια ομάδα συμμετεχόντων και οδηγεί στα ίδια αποτελέσματα [2, 3]. Ουσιαστικά, αποτελεί ένα είδος αξιοπιστίας που σχετίζεται με την εκτέλεση των δοκιμασιών. Οι μετρήσεις που σχετίζονται με ποσοτικά δεδομένα, όπως για παράδειγμα μετρήσεις βάρους, ύψους, μήκους, απόστασης που διανύει ένα παιδί στο τρέξιμο σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, θεωρούνται μετρήσεις με υψηλή αντικειμενικότητα [2]. Από την άλλη πλευρά, η αντικειμενικότητα των μετρήσεων που αφορούν την ποιότητα της ικανότητας/εμφάνισης ενός δοκιμαζόμενου (π.χ. στην κατάδυση ή στην ενόργανη γυμναστική) είναι, συνήθως, χαμηλού βαθμού [2].

1.4.4 Δυνατότητα υλοποίησης

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η εγκυρότητα, η αξιοπιστία και η αντικειμενικότητα είναι απαραίτητες προκειμένου να κριθεί κατάλληλη μια δοκιμασία και να οδηγήσει σε χρήσιμα δεδομένα. Ωστόσο, η καταλληλότητα της δοκιμασίας εξαρτάται και από την δυνατότητα υλοποίησής της [2]. Παράγοντες, που μπορούν να επηρεάσουν την υλοποίηση μιας δοκιμασίας και πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, είναι:

- Το κόστος (κόστος εξοπλισμού, αναλώσιμων υλικών, κόστος κάθε μέτρησης).
- Η διάρκεια (απαιτούμενος χρόνος για κάθε μέτρηση).
- Η ανάγκη συνεργασίας (βοήθεια από συνεργάτες/φοιτητές, χρόνος για την κατάλληλη εκπαίδευσή τους).

Η ύπαρξη δημοσιευμένων φυσιολογικών τιμών-νόρμες (υπάρχουν φυσιολογικές τιμές για τον πληθυσμό που θέλουμε να μετρήσουμε, έτσι ώστε να μπορούμε να συγκρίνουμε τις τιμές που θα λάβουμε με αυτές που έφερε η μέτρηση;) [2].

1.5 Σφάλμα μέτρησης

Η πραγματοποίηση μιας μέτρησης δεν οδηγεί ποτέ σε απόλυτη εγκυρότητα, ανεξαρτήτως της αρτιότητας του επιστημονικού εξοπλισμού και της προσοχής που δείχνει ο ερευνητής. Έτσι, πάντα θα υπάρχει μια μικρή απόκλιση των αποτελεσμάτων μας σε σχέση με αυτό που θέλουμε να μετρήσουμε, η οποία ονομάζεται σφάλμα μέτρησης. Ο όρος αυτός αναφέρεται στην αβεβαιότητα της μέτρησης. Ακόμη και στις πιο απλές μετρήσεις, το σφάλμα είναι παρόν και αναπόφευκτο. Στόχος του κάθε ερευνητή είναι η ελαχιστοποίησή του. Δυνητικές πηγές σφάλματος μιας μέτρησης αποτελούν ο δοκιμαζόμενος, ο ερευνητής, η διαδικασία μέτρησης, το όργανο μέτρησης και οι συνθήκες περιβάλλοντος.

1.5.1 Είδη σφάλματος μέτρησης

Τυχαίο σφάλμα: Το τυχαίο σφάλμα οδηγεί σε λάθος μέτρησης εξαιτίας τυχαίων παραγόντων που μπορούν να επηρεάσουν τη μέτρηση. Το τυχαίο σφάλμα μπορεί να οφείλεται σε πληθώρα παραγόντων, όπως οι συνθήκες του περιβάλλοντος (π.χ. θόρυβος, θερμοκρασία), ο δοκιμαζόμενος (ασθενείς, παιδιά, άτομα με αναπηρία) ή ο ερευνητής (περίπτωση Α στην εικόνα 1.2). Για παράδειγμα, κατά τη διάρκεια μιας μέτρησης ψυχοσωματικού άγχους, στην οποία απαιτείται ησυχία, προκαλείται θόρυβος από κάποιο διερχόμενο αυτοκίνητο. Αυτό το συμβάν μπορεί να διαταράξει την ηρεμία του δοκιμαζόμενου και να επηρεάσει το αποτέλεσμα της μέτρησης. Έτσι, το τυχαίο σφάλμα επηρεάζει την αξιοπιστία και, συνήθως, δεν επαναλαμβάνεται με την πραγματοποίηση επαναληπτικών μετρήσεων. Γι' αυτό το λόγο το τυχαίο σφάλμα είναι αναπόφευκτο και δεν εξαλείφεται. Όμως, η πιθανότητα να συμβεί τυχαίο σφάλμα μπορεί να ελεγχθεί και να ελαχιστοποιηθεί μέσω καλής οργάνωσης των μετρήσεων (π.χ. κατάλληλος εξοπλισμός και συνθήκες μέτρησης και σωστή εκπαίδευση ερευνητών). Ο έλεγχος του τυχαίου σφάλματος είναι απαραίτητος για την εγκυρότητα των δεδομένων και ελέγχεται στατιστικά μέσω του συντελεστή αξιοπιστίας.

Συστηματικό σφάλμα: Το συστηματικό σφάλμα οδηγεί σε λάθος μέτρησης εξαιτίας παραγόντων που συμβαίνουν συστηματικά και μπορούν να την επηρεάσουν. Επηρεάζει αρνητικά την εγκυρότητα της μέτρησης και μπορεί να οφείλεται σε πληθώρα παραγόντων, όπως το όργανο μέτρησης (π.χ. λανθασμένος χειρισμός ή βαθμονόμηση) ή λάθη που γίνονται κατά την εκτέλεση μιας μέτρησης. Το συστηματικό σφάλμα μετατοπίζει τις τιμές μιας μέτρησης προς μια κατεύθυνση προκαλώντας υπερεκτίμηση ή υποεκτίμηση της μετρούμενης ποσότητας (περίπτωση Β στην εικόνα 1.2). Το συστηματικό σφάλμα μπορεί να ελαχιστοποιηθεί αντιμετωπίζοντας την αιτία που το προκαλεί (π.χ. επισκευάζοντας και βαθμονομώντας το όργανο μέτρησης).

1.6 Βαθμονόμηση εξοπλισμού

Βαθμονόμηση χαρακτηρίζεται η διαδικασία αξιολόγησης και ελέγχου της εγκυρότητας και αξιοπιστίας των οργάνων μέτρησης. Έχει ως στόχο να μεγιστοποιήσει την ακρίβεια και τη σταθερότητα των αποτελεσμάτων μιας δοκιμασίας σε σχέση με αυτό που θέλουμε πραγματικά να μετρήσουμε. Ένας από τους σημαντικότερους στόχους της βαθμονόμησης είναι η μείωση σφαλμάτων κατά τη μέτρηση.

Η βαθμονόμηση του εξοπλισμού πρέπει να γίνεται:

- Πριν και μετά από σημαντικές μετρήσεις που απαιτούν απόλυτη ακρίβεια αποτελεσμάτων.
- Σε περίπτωση ατυχήματος με τον εξοπλισμό (π.χ. πτώση ή χτύπημα).
- Όταν παρατηρούνται δεδομένα μη ακριβή ή δεδομένα που δεν έχουν συνάφεια με τα αναμενόμενα αποτελέσματα.
- Στα χρονικά διαστήματα που συνιστούν οι κατασκευαστικές εταιρείες, έτσι ώστε να ελέγχεται και να επιβεβαιώνεται η ασφαλή και ορθή λειτουργία του εξοπλισμού.

1.7 Στατιστική ανάλυση

Στην έρευνα πραγματοποιούμε μετρήσεις σε μια σχετικά μικρή ομάδα ατόμων και γενικεύουμε τα αποτελέσματά μας σε ένα μεγαλύτερο κομμάτι της κοινωνίας. Έτσι, δείγμα ονομάζουμε την υπο-ομάδα από την οποία λαμβάνονται οι μετρήσεις. Αντίστοιχα, ονομάζουμε πληθυσμό ένα σύνολο ατόμων, τα οποία μοιράζονται ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό. Έτσι, λοιπόν, προκειμένου να μελετήσουμε την αερόβια ικανότητα των 12χρονων Ελλήνων μαθητών γυμνασίου, πραγματοποιούμε μετρήσεις σε ένα επιλεγμένο αριθμό 12χρονων μαθητών από διάφορα γυμνάσια της Ελλάδας (δείγμα) και γενικεύουμε τα αποτελέσματα που θα συλλέξουμε σε όλα τα παιδιά 12 ετών που φοιτούν στα ελληνικά γυμνάσια (πληθυσμός).

Τα δεδομένα που συλλέγονται μέσω των μετρήσεων πρέπει να ερμηνεύονται και να αναλύονται στατιστικά, έτσι ώστε να παρέχεται αξιολόγηση με νόημα. Είναι λάθος να ερμηνεύονται δεδομένα και να λαμβάνονται αποφάσεις χωρίς την ύπαρξη στατιστικής ανάλυσης. Η στατιστική αναφέρεται στη συλλογή, οργάνωση και ανάλυση ποσοτικών δεδομένων [2].

Πώς μπορούμε να γνωρίζουμε αν επιτρέπεται (ή όχι) να γενικεύσουμε τα αποτελέσματα των μετρήσεων ενός δείγματος λίγων ατόμων σε έναν ολόκληρο πληθυσμό ο οποίος μπορεί να αριθμεί σε χιλιάδες; Ο στατιστικός συντελεστής που δίνει απάντηση στην ερώτηση αυτή είναι η πιθανότητα λάθους (p). Σε περιπτώσεις όπου η τιμή p είναι χαμηλή, τότε μπορούμε με αρκετή σιγουριά να γενικεύσουμε τα αποτελέσματα των μετρήσεων ενός δείγματος σε έναν ολόκληρο πληθυσμό. Στην αντίθετη περίπτωση, όταν, δηλαδή, η τιμή p είναι υψηλή, θα είναι λάθος να γενικεύσουμε τα αποτελέσματα των μετρήσεων ενός δείγματος σε έναν ολόκληρο πληθυσμό. Επειδή, όπως προαναφέρθηκε, η πιθανότητα σφάλματος δεν μπορεί ποτέ να εξαλειφθεί ολοκληρωτικά, η ερευνητική κοινότητα θεωρεί αποδεκτή την πιθανότητα λάθους (p) έως και 5% (άρα, 0.05). Επομένως, τα αποτελέσματα στατιστικών αναλύσεων σε δεδομένα δείγματος, τα οποία συνοδεύονται από τιμές p μικρότερες του 0.05, είναι σωστό να γενικεύονται σε ολόκληρο τον πληθυσμό. Αντίθετα, τα αποτελέσματα στατιστικών αναλύσεων σε δεδομένα δείγματος, τα οποία συνοδεύονται από τιμές p μεγαλύτερες του 0.05, είναι λάθος να γενικεύονται σε ολόκληρο τον πληθυσμό.

Τα δεδομένα των μετρήσεων, που συλλέγονται, δεν παρουσιάζονται πάντα στην ίδια μορφή (π.χ. μέτρα (m), δευτερόλεπτα (s), χιλιόγραμμα (kg)) και πρέπει να μετατρέπονται, ώστε να είναι δυνατή η σύγκρισή τους με άλλα δεδομένα των ίδιων ή άλλων μετρήσεων. Σημαντικό σημείο για τις μετρήσεις και τις δοκιμασίες είναι ο έλεγχος της εγκυρότητας και της αξιοπιστίας μέσω της χρήσης της στατιστικής ανάλυσης.

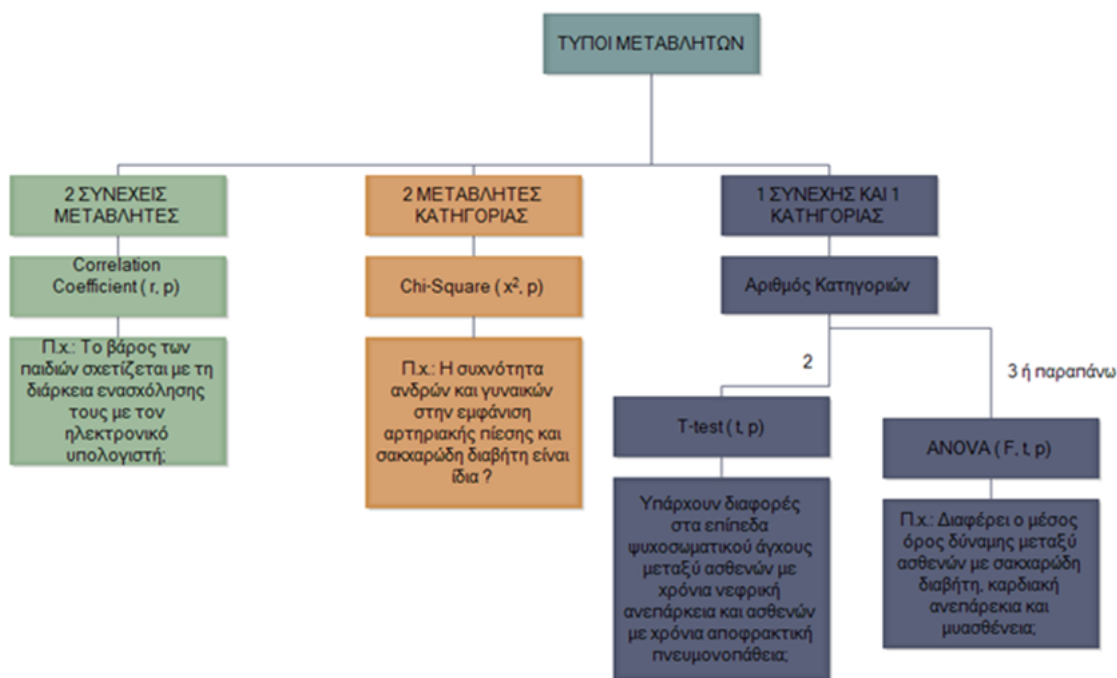
Σημαντικός ορισμός της στατιστικής είναι αυτός της μεταβλητής. Μεταβλητή είναι το χαρακτηριστικό εκείνο, το οποίο μεταβάλλεται και παίρνει διάφορες τιμές σε κάθε μέτρηση. Διαφέρει από άτομο σε άτομο, ακόμη και σε επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του ίδιου ατόμου. Διακρίνεται σε δυο κατηγορίες:

- Ποιοτικές μεταβλητές: Διάκριση σύμφωνα με ποιοτικά χαρακτηριστικά (π.χ. φύλο, θρησκεία, ικανότητα/δεξιότητα στην εκτέλεση ασκήσεων ρυθμικής γυμναστικής).
- Ποσοτικές μεταβλητές: Διάκριση σύμφωνα με ποσοτικά χαρακτηριστικά (π.χ. βάρος, ύψος, δύναμη, απόσταση).

Κάθε μια από τις παραπάνω κατηγορίες μπορεί να περιλαμβάνει μεταβλητές με τα εξής χαρακτηριστικά:

- Μεταβλητή κατηγορίας ονομάζεται η μεταβλητή που διακρίνεται σε συγκεκριμένο αριθμό ομάδων ή κατηγοριών. Για παράδειγμα, μεταβλητή κατηγορίας είναι η ομάδα αίματος που μπορεί να διακριθεί σε ομάδα αίματος Α (ομάδα 1), ομάδα αίματος Β (ομάδα 2), ομάδα αίματος ΑΒ (ομάδα 3) και ομάδα αίματος Ο (ομάδα 4).
- Συνεχής μεταβλητή ονομάζεται η μεταβλητή που μπορεί να πάρει άπειρο αριθμό πιθανών τιμών. Για παράδειγμα, ένα παιδί μπορεί να τρέξει μια συγκεκριμένη απόσταση σε 10.2 s, ένα άλλο σε 119.8 s κτλ.

Στην εικόνα 1.3 παρουσιάζονται οι στατιστικές αναλύσεις που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση δυο μεταβλητών.



Εικόνα 1.3 Στατιστικές αναλύσεις που χρησιμοποιούνται για τη ανάλυση δυο μεταβλητών.

Όταν θέλουμε να μελετήσουμε τη σχέση μεταξύ δύο συνεχών μεταβλητών, τότε χρησιμοποιούμε την ανάλυση συσχέτισης (Correlation Coefficient). Σε μια ανάλυση συσχέτισης ελέγχονται τα εξής:

- Αν είναι στατιστικώς σημαντική. Δηλαδή, αν οι τιμές p είναι μικρότερες του 0.05.
- Αν η συσχέτιση είναι θετική ή αρνητική. Μια θετική συσχέτιση υποδεικνύει ανάλογη σχέση μεταξύ των μεταβλητών. Έτσι, όταν οι τιμές σε μια μεταβλητή αυξάνονται, τότε αυξάνονται και στην άλλη μεταβλητή. Μια αρνητική συσχέτιση υποδεικνύει αντιστρόφως ανάλογη σχέση μεταξύ των μεταβλητών. Δηλαδή, όταν οι τιμές μιας μεταβλητής αυξάνονται, τότε οι τιμές της άλλης μεταβλητής μειώνονται.
- Το μέγεθος της συσχέτισης. Οι τιμές της συσχέτισης έχουν εύρος από +1.00 έως -1.00. Τιμές κοντά στο +1.00 υποδηλώνουν ισχυρή συσχέτιση, ενώ τιμές κοντά στο -1.00 υποδηλώνουν χαμηλή συσχέτιση.

Η ανάλυση συσχέτισης είναι ένα από τα σημαντικά κριτήρια για να ελεγχθεί η αξιοπιστία και η εγκυρότητα μιας δοκιμασίας. Όσο πιο κοντά στο +1.00 είναι η σχέση μεταξύ της μέτρησης με αυτό που θέλουμε πραγματικά να μετρήσουμε, τόσο πιο έγκυρη θεωρείται η δοκιμασία.

Όπως περιγράφεται στην εικόνα 1.3, στην περίπτωση που θέλουμε να συγκρίνουμε δύο μεταβλητές κατηγορίας, η στατιστική ανάλυση που εφαρμόζεται είναι το στατιστικό κριτήριο χ^2 (Chi-Square). Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιείται για να αξιολογηθούν πιθανές διαφορές στο πλήθος των διαφόρων τιμών μεταξύ των δύο μεταβλητών κατηγορίας. Σε περιπτώσεις όπου υπάρχει μια συνεχής μεταβλητή και μια μεταβλητή κατηγορίας, λαμβάνεται υπόψη το πλήθος των κατηγοριών και εκτελείται η αντίστοιχη ανάλυση στατιστικής, όπως φαίνεται στην εικόνα 1.3. Πιο συγκεκριμένα, όταν υπάρχει μια συνεχής μεταβλητή και μια μεταβλητή κατηγορίας με δύο κατηγορίες, τότε εφαρμόζονται t-test, τα οποία διακρίνονται σε t-test για ανεξάρτητα δείγματα (Independent samples t-test) και set-test για κατά ζεύγη δείγματα (paired t-test) [4]. Το t-test για ανεξάρτητα δείγματα έχει ως στόχο την εύρεση διαφορών μεταξύ ατόμων δύο διαφορετικών ομάδων σε μια συνεχή μεταβλητή [4]. Για παράδειγμα (εικόνα 1.3), ο έλεγχος της ύπαρξης διαφοράς στα επίπεδα ψυχοσωματικού άγχους (συνεχής μεταβλητή) μεταξύ ασθενών με χρόνια νεφρική ανεπάρκεια και ασθενών με

χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια (μεταβλητή κατηγορίας με δύο κατηγορίες). Το t-test για κατά ζεύγη δείγματα χρησιμοποιείται όταν ο ερευνητής θέλει να εξετάσει την ύπαρξη διαφορών σε δυο διαφορετικές μετρήσεις μιας συνεχούς μεταβλητής για τα ίδια άτομα. Για παράδειγμα, ένας ερευνητής εξετάζει διαφορές στη μυϊκή δύναμη (συνεχής μεταβλητή) στα ίδια άτομα με αναπηρία πριν και μετά (μεταβλητή κατηγορίας με δύο κατηγορίες) από ένα μήνα ειδικού σχεδιασμένου προγράμματος μυϊκής ενδυνάμωσης. Ουσιαστικά, πρόκειται για μια στατιστική ανάλυση που εξετάζει διαφορές σε μια μεταβλητή στο ίδιο δείγμα σε δύο χρονικά σημεία.

Σε περιπτώσεις, όπου υπάρχει μια συνεχής μεταβλητή και μια μεταβλητή κατηγορίας με τρεις ή περισσότερες κατηγορίες, τότε εφαρμόζεται η στατιστική ανάλυση διακύμανσης μιας κατεύθυνσης (one-way analysis of variance). Η ανάλυση αυτή εξετάζει την πιθανή ύπαρξη διαφορών μεταξύ τριών ή περισσότερων ομάδων σε μια συνεχή μεταβλητή [4]. Για παράδειγμα (εικόνα 1.3), υπάρχει διαφορά στο μέσο όρο δύναμης (συνεχής μεταβλητή) μεταξύ των ασθενών με σακχαρώδη διαβήτη, καρδιακή ανεπάρκεια και μυασθένεια; (μεταβλητή κατηγορίας με 3 ομάδες).

Βιβλιογραφία/Αναφορές

1. Morrow J, J.A., Disch J, Mood D, Measurement and evaluation in human performance. 2005, United States of America: Edwards Brothers.
2. D, M., Measurement by the Physical Educator 2006, New York: McGraw-Hill.
3. Lacy A, H.D., Measurement & Evaluation in physical education and exercise science. 2007, San Francisco: Benjamin Cummings.
4. Παπαϊωάννου Α, Ζ.Ν., Εφαρμογές της Στατιστικής στις Επιστήμες του Αθλητισμού και της Φυσικής Αγωγής με τη χρήση του SPSS 18. 2014: Εκδόσεις Δίσιγμα.

