



Επιταχυνσιομετρία και Φυσική Δραστηριότητα: Μια Αφηγηματική Ανασκόπηση Ερευνητικών Εφαρμογών στον Χώρο της Υγείας

Καναβάκη Μαρία Αρχόντισσα, Κουφού Νεραντζούλα, Μιχαλοπούλου Μαρία

Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι εφαρμογές των επιταχυνσιομέτρων στην έρευνα στο χώρο της Υγείας έχουν εξελιχθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, περνώντας από την απλή καταγραφή της φυσικής δραστηριότητας (ΦΔ) σε πολυδιάστατα εργαλεία παρακολούθησης της υγείας και διαχείρισης ασθενειών. Η παρούσα ανασκόπηση παρουσιάζει τέσσερις βασικές εφαρμογές των επιταχυνσιομέτρων στο χώρο της υγείας, με ενδεικτικά παραδείγματα από τη σύγχρονη επιστημονική βιβλιογραφία: Α) αξιολόγηση και παρακολούθηση των επιπέδων ΦΔ, Β) κατανόηση των σχέσεων της ΦΔ με δείκτες υγείας, Γ) σχεδιασμός και αξιολόγηση παρεμβάσεων, Δ) διαχείριση παθήσεων. Στον τομέα της παρακολούθησης και αξιολόγησης, τα επιταχυνσιόμετρα έχουν προσφέρει τη βάση για αντικειμενική, μεγάλης κλίμακας καταγραφή μοτίβων ΦΔ. Η κατανόηση των σχέσεων με δείκτες υγείας έχει αναδιαμορφωθεί μέσα από μεγάλες επιδημιολογικές μελέτες. Η αξιολόγηση παρεμβάσεων έχει ωφεληθεί από τη χρήση αντικειμενικών μετρήσεων αποτελέσματος, που επιτρέπουν λεπτομερή κατανόηση των μηχανισμών αλλαγής συμπεριφοράς, ενώ αποτελούν και εργαλείο παρακίνησης. Ακόμα, οι εφαρμογές στη διαχείριση παθήσεων καταδεικνύουν την κλινική χρησιμότητα της συνεχούς παρακολούθησης της ΦΔ για εξατομικευμένη φροντίδα και έγκαιρη ανίχνευση μεταβολών στην υγεία. Συζητώνται, τέλος, πεδία για μελλοντική έρευνα.

Λέξεις κλειδιά: επιταχυνσιόμετρα, φυσική δραστηριότητα, υγεία, εφαρμογές

Εισαγωγή

Η επιταχυνσιομετρία αποτελεί πλέον ένα δημοφιλές και σημαντικό εργαλείο σε έρευνα και κλινική πράξη στο χώρο της υγείας. Με φόντο ένα παγκόσμιο σκηνικό με διαρκώς αυξανόμενα ποσοστά επιπολασμού χρόνιων παθήσεων και γηράσκοντα πληθυσμού, αυτό δεν είναι τυχαίο, δεδομένου ότι η φυσική δραστηριότητα (ΦΔ) αποτελεί βασικό πυλώνα της υγείας, τόσο για το γενικό πληθυσμό ανεξαρτήτως ηλικίας, όσο και για ειδικούς πληθυσμούς, όπως άτομα με χρόνιες και άλλες παθήσεις. Εξ ου και η προαγωγή της ΦΔ αποτελεί μέρος της διεθνούς ατζέντας Υγείας (WHO, 2018).

Τα επιταχυνσιόμετρα είναι μικρές, φορητές ηλεκτρονικές συσκευές που καταγράφουν τη φυσική δραστηριότητα (ΦΔ) του ατόμου, συγκεκριμένα την επιτάχυνση του σώματος σε πολλαπλούς άξονες, η οποία μεταφράζεται συνήθως σε χρόνο και ένταση κίνησης ή κατανάλωση ενέργειας. Οι συσκευές διαφέρουν ως

Διεύθυνση αλληλογραφίας:

Καναβάκη Μαρία Αρχόντισσα
Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης
Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
Πανεπιστημιούπολη, 69100 Κομοτηνή

E-mail:

mkanavak@phyed.duth.gr

προς τη μορφή ανάλογα με τη χρήση, για έρευνα ή εμπορική, με τις πρώτες να προσφέρουν πλούσια πρωτογενή δεδομένα για ανάλυση και τις δεύτερες να δίνουν στο χρήστη άμεση ανατροφοδότηση για πολλές παραμέτρους της κίνησης. Η δυνατότητα συνεχούς καταγραφής της κίνησης για μέρες, ακόμα και μήνες, η ακρίβεια και λεπτομέρεια των δεδομένων, η ευκολία στη χρήση και το μειωμένο πλέον κόστος έχουν δώσει νέες δυνατότητες στην αξιολόγηση μοτίβων ΦΔ και κίνησης του σώματος, στη σύνδεσή τους με δείκτες υγείας και στην προαγωγή της ΦΔ. Η παρούσα ανασκόπηση παρουσιάζει τέσσερις βασικές εφαρμογές των επιταχυνσιόμετρων στο χώρο της υγείας, με ενδεικτικά παραδείγματα από τη σύγχρονη επιστημονική βιβλιογραφία, διεθνή και από το ΤΕΦΑΑ, ΔΠΘ: Α) αξιολόγηση και παρακολούθηση των επιπέδων ΦΔ, Β) κατανόηση των σχέσεων της ΦΔ με δείκτες υγείας, Γ) σχεδιασμός και αξιολόγηση παρεμβάσεων, Δ) διαχείριση παθήσεων.

Α. Αξιολόγηση και Παρακολούθηση των Επιπέδων Φυσικής Δραστηριότητας

Μία σημαντική συνεισφορά της επιταχυνσιομετρίας είναι η δυνατότητα αντικειμενικότερης αξιολόγησης της ΦΔ σε μεγάλους πληθυσμούς, σε σχέση με τα προγενέστερα, υποκειμενικά εργαλεία αυτοαναφοράς. Όπως προαναφέρθηκε, τα σύγχρονα επιταχυνσιόμετρα επιτρέπουν τη λεπτομερή καταγραφή της ΦΔ και την εξαγωγή ποικίλων παραμέτρων της, που αντιστοιχούν σε διαφορετικές συμπεριφορές. Οι πιο συχνά εξεταζόμενοι παράμετροι είναι ο χρόνος που περνούν τα άτομα σε διαφορετικής έντασης ΦΔ καθημερινά, συγκεκριμένα ήπια, μέτρια, έντονη, μέτρια-προς-έντονη ή σε καθιστικές δραστηριότητες, αλλά και ο συνολικός όγκος ΦΔ ανεξαρτήτως έντασης, πχ. βήματα/μέρα ή μονάδες επιτάχυνσης (counts per minute)/μέρα. Πιο πρόσφατη βιβλιογραφία εστιάζει και στη συμμόρφωση ή μη με τις επίσημες συστάσεις 150 λεπτών μέτριας προς έντονης έντασης ΦΔ ανά εβδομάδα. Άλλα μοτίβα που εξετάζονται αφορούν στο πώς κατανέμεται ή συγκεντρώνεται ο χρόνος της ΦΔ, δηλαδή σποραδικά ανά λεπτό ή σε συνεχόμενες περιόδους (bouts). Παραδείγματα είναι η συσσωρευμένη ανά λεπτό vs ανά ≥ 10 λεπτά μέτρια προς έντονη ΦΔ και ο παρατεταμένος vs συχνά διακοπτόμενος καθιστικός χρόνος. Ακόμα, μπορεί να γίνει σύγκριση κινητικών συμπεριφορών σε διαφορετικές ώρες της μέρας (πρωί- απόγευμα), καθημερινές vs Σαββατοκύριακα, διαφορετικές εποχές του χρόνου. Με αυτές τα λεπτές διακρίσεις είναι δυνατόν να προσδιοριστούν στη συνέχεια τα συγκεκριμένα μοτίβα που έχουν τα βέλτιστα αποτελέσματα ή το μεγαλύτερο κίνδυνο για την υγεία. Άλλες παράμετροι που μπορούν να εξαχθούν αφορούν σε κατανάλωση ενέργειας, ταχύτητα βάδισης, μοτίβα και ποιότητα ύπνου κ.ά. Η καταγραφή και αναγνώριση της κίνησης σε υγιείς ή κλινικούς πληθυσμούς είναι η πιο διαδεδομένη ερευνητική εφαρμογή της επιταχυνσιομετρίας στο χώρο της υγείας, σύμφωνα με μια πρόσφατη ανασκόπηση (Kuzmin et al., 2023).

Η ενσωμάτωση επιταχυνσιόμετρων σε μεγάλες επιδημιολογικές έρευνες, όπως η National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) που ξεκίνησε το 2003-2004, με αντιπροσωπευτικό δείγμα από τις ΗΠΑ, αποτέλεσε ορόσημο στην παρακολούθηση της ΦΔ, παρέχοντας πρωτοφανείς πληροφορίες για τα μοτίβα ΦΔ του πληθυσμού (Troiano et al., 2008). Από τα πρώτα ευρήματα φάνηκε ότι ένα μικρό μόνο ποσοστό του γενικού πληθυσμού ακολουθεί τις επίσημες συστάσεις για ΦΔ και ότι η ΦΔ μειώνεται δραματικά με την πάροδο της ηλικίας από την παιδική προς την ενήλικη ζωή (Troiano et al., 2008). Επίσης, ότι η αξιολόγηση της ΦΔ με ερωτηματολόγια αυτοαναφοράς εμπεριέχει σημαντικά σφάλματα σε σχέση με την επιταχυνσιομετρία. Παράλληλα, η συγκεκριμένη μελέτη όρισε ένα ερευνητικό πρωτόκολλο συλλογής δεδομένων με επιταχυνσιόμετρα, το οποίο έκτοτε έχει υιοθετηθεί διεθνώς: 7 ημέρες χρήσης, με ελάχιστο αποδεκτό χρόνο για να θεωρηθούν έγκυρα τα δεδομένα τις 4 ημέρες με 10 ώρες/μέρα, με επιταχυνσιόμετρα Actigraph®. Σε προσχολικές ηλικίες τα πράγματα φαίνονται καλύτερα με βάση τα διαθέσιμα διεθνή δεδομένα, με 78% των παιδιών να πληρούν τα κριτήρια του ΠΟΥ για 180 λεπτά συνολικής ΦΔ και 90% για 60 λεπτά μέτριας-προς-έντονης ΦΔ καθημερινά, ενώ υπήρχαν διαφορές φύλου υπέρ των αγοριών (Bourke et al., 2023). Η International Surveillance Study of Movement Behaviours in the Early Years (SUNRISE) είναι μια έρευνα που διοργανώνεται από το Πανεπιστήμιο Wollongong της Αυστραλίας με τη συνεργασία Πανεπιστημίων από >40 χώρες, μεταξύ των οποίων και η Ελλάδα με το ΕΚΠΑ και ΔΠΘ, με πρωταρχικό στόχο να διερευνήσει τα

μοτίβα κίνησης σε προσχολικές ηλικίες ανά τον κόσμο και πώς αυτά συνδέονται με δείκτες υγείας, όπως η παχυσαρκία, οι κινητικές δεξιότητες και η εκτελεστική λειτουργία (<https://sunrise-study.com/#home>). Η έρευνα ξεκίνησε τα τελευταία χρόνια και αναμένεται να δώσει σημαντικά δεδομένα στη διεθνή ερευνητική κοινότητα.

Στην Ελλάδα, σε άτομα άνω των 65 μόλις 1 στους 3 φαίνεται να ακολουθεί τις συστάσεις για 150 λεπτά μέτριας προς έντονης ΦΔ εβδομαδιαία, ενώ υπάρχουν διαφορές φύλου με τις γυναίκες να κάνουν περισσότερη συνολική ΦΔ, κυρίως ήπιας έντασης, ενώ οι άντρες περισσότερη και για μεγαλύτερες συνεχόμενες περιόδους καθιστική συμπεριφορά (Kanavaki et al., 2024b). Σε παιδιά προεφηβικής ηλικίας μια συγκριτική μελέτη των μοτίβων ΦΔ από το 2014 στο 2021, έδειξε ότι αν και ο συνολικός όγκος και τα επίπεδα μέτριας-προς έντονης έντασης δεν άλλαξαν, η ήπια ΦΔ μειώθηκε και αντίστοιχα αυξήθηκε ο καθιστικός χρόνος (Pavlidou et al., 2024).

Άλλες έρευνες εξετάζουν συγκριτικά τα μοτίβα ΦΔ υγιών και μη πληθυσμών, με ποικίλα αποτελέσματα. Για παράδειγμα, ενώ σε πολλές έρευνες άτομα με παθολογικούς δείκτες υγείας ή κάποιες χρόνιες παθήσεις, παρουσιάζουν λιγότερη ΦΔ και περισσότερη καθιστική ζωή από υγιή άτομα (Czenczek-Lewandowska et al., 2019; Tudor-Locke et al., 2010), μια πρόσφατη μεγάλη έρευνα με 27890 συμμετέχοντες από τη Σουηδία δεν εντόπισε διαφορές σε ήπια, μέτρια-προς-έντονη ΦΔ και τον καθιστικό χρόνο μεταξύ ατόμων υγιών vs με μία χρόνια πάθηση, ενώ υπήρχαν σημαντικές διαφορές στη μέτρια-προς-έντονη ΦΔ μεταξύ ατόμων υγιών vs ατόμων με συννοσηρότητα (Regan et al., 2025).

B. Κατανόηση των Σχέσεων της Φυσικής Δραστηριότητας με Δείκτες Υγείας

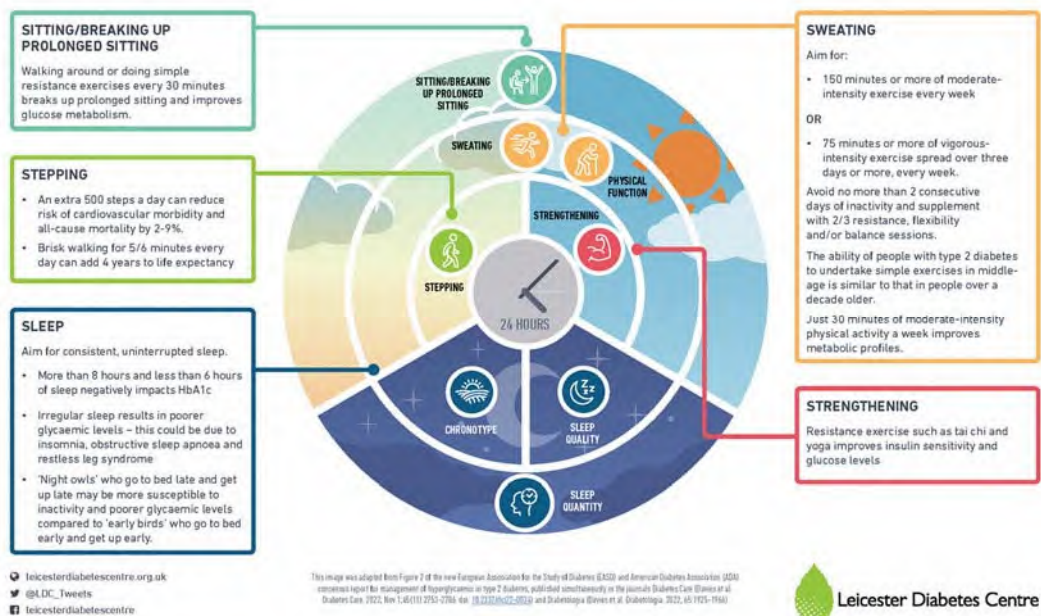
Η ευρεία χρήση επιταχυνσιόμετρων στην έρευνα προσφέρει βαθύτερη κατανόηση και γνώση για τα οφέλη της ΦΔ και συγκεκριμένων μοτίβων της στην υγεία και μακροζωία. Γενικά, η υπάρχουσα έρευνα υποστηρίζει πρώτον, ότι περισσότερη ΦΔ, ανεξαρτήτως έντασης ή μοτίβων, έχει σημαντικά οφέλη για το καρδιαγγειακό, την πρόληψη χρόνιων παθήσεων και πρόωρου θανάτου, και δεύτερον, ότι η καθιστική συμπεριφορά αποτελεί ανεξάρτητο παράγοντα κινδύνου. Εξ ου και στις συστάσεις για ΦΔ του 2018 (US Department of Health, 2018) που δημοσιεύτηκαν στις ΗΠΑ σε αντικατάσταση αυτών του 2008 (US Department of Health, 2008), αφαιρέθηκε το κατώτατο όριο των 10 συνεχόμενων λεπτών ως τρόπου συσσώρευσης της απαιτούμενης εβδομαδιαίας αερόβιας ΦΔ, ενώ παράλληλα εισήχθη η μείωση του καθιστικού χρόνου ως ανεξάρτητος συμπεριφορικός στόχος.

Ενδεικτικά, από τις πρώτες έρευνες με επιταχυνσιόμετρα που κατέδειξαν την καθιστική συμπεριφορά ως παράγοντα κινδύνου για καρδιαγγειακή νόσο, καρκίνο και θνησιμότητα, ανεξάρτητα από τη ΦΔ που μπορεί να κάνει κάποιος στην καθημερινότητά του, ήταν αυτή των Katzmarzyk et al. (2009) σε 17013 Καναδούς ηλικίας 18-90 ετών. Παράλληλα είχε καταδειχθεί η σημασία των συχνών «διακοπών» του παρατεταμένου καθιστικού χρόνου για τη μείωση του μεταβολικού κινδύνου (Healy et al., 2008).

Πιο πρόσφατα, η συστηματική ανασκόπηση και μεταανάλυση 8 επιδημιολογικών ερευνών (36.383 συμμετέχοντες, μέση διάρκεια επαναμέτρησης 5.8 έτη) με επιταχυνσιομετρία, των Ekelund et al. (2019), βρήκε ότι σε άτομα μέσης και τρίτης ηλικίας όσο περισσότερη ήταν η ΦΔ, συνολική, ήπιας ή μέτριας-προς-έντονης έντασης, τόσο μικρότερος ήταν ο κίνδυνος θνησιμότητας. Αντίστροφη ήταν η σχέση με τον καθιστικό χρόνο. Ευρήματα από τη UK Biobank (<https://www.ukbiobank.ac.uk/>), μια μεγάλη επιδημιολογική βάση δεδομένων, σε άτομα με προ υπάρχουσες καρδιαγγειακές παθήσεις (8024 συμμετέχοντες, μέση διάρκεια επαναμέτρησης 6.8 έτη), όσο περισσότερη ΦΔ είχαν καταγράψει οι συμμετέχοντες, τόσο χαμηλότερος ήταν ο κίνδυνος θανάτου από οποιαδήποτε αιτία (Cao et al., 2025). Αυτό ίσχυε για όλες τις εντάσεις- ήπια, μέτρια, έντονη, μέτρια-προς-έντονη. Η μείωση στον κίνδυνο θνησιμότητας σταθεροποιούνταν στα 1800 λεπτά/εβδομάδα ήπιας ΦΔ και τα 320 λεπτά μέτριας-προς-έντονης ΦΔ. Αντίστοιχα είναι τα ευρήματα από 90.211 συμμετέχοντες χωρίς καρδιαγγειακά προβλήματα ως προς την πιθανότητα εμφάνισης καρδιαγγειακής νόσου σε βάθος 5.2 ετών: περισσότερη ΦΔ, σε κάθε επίπεδο έντασης, μείωνε σημαντικά τον κίνδυνο

εκδήλωσης της νόσου (Ramakrishnan et al., 2021). Ένα διαφορετικό παράδειγμα ανάλυσης μοτίβων ΦΔ είναι αυτό των Liao et al. (2025) που συνέκριναν 3 ομάδες ατόμων με βάση τη μέτρια προς έντονη ΦΔ: ενεργά άτομα (>150 λεπτά) των οποίων η ΦΔ κατανέμεται σε ολόκληρη την εβδομάδα, ενεργά άτομα του «Σαββατοκύριακου» και μη ενεργά άτομα (3965 συμμετέχοντες, μέση επαναμέτρηση 8.1 έτη). Βρήκαν ότι οι δύο ενεργές ομάδες δεν διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους ως προς τον κίνδυνο θνησιμότητας, που ήταν χαμηλότερος σε σύγκριση με τη μη ενεργή ομάδα.

Η κατανόηση της επίδρασης διαφορετικών μοτίβων ΦΔ σε επιμέρους παθήσεις αποτελεί τη βάση για συστάσεις ως προς τη βέλτιστη κλινική πράξη, όπως στο διαβήτη τύπου 2, όπου για παράδειγμα συστήνεται μεταξύ άλλων καθημερινή άσκηση ή τουλάχιστον όχι πάνω από δύο συνεχόμενες μέρες χωρίς άσκηση για καλύτερο γλυκαιμικό έλεγχο (Εικόνα 1).



Εικόνα 1. Συστάσεις φυσικής δραστηριότητας για άτομα με διαβήτη T2 (από Davies et al., 2022).

Πιο πρόσφατα τα μοτίβα που καταγράφει η επιταχυνσιομετρία διερευνώνται σε σχέση με την υγεία του εγκεφάλου, όπως αυτή αξιολογείται με νευροαπεικονιστικές μεθόδους, αλλά και σε σχέση με την ποιότητα του ύπνου. Ενδεικτικά, έρευνα σε 2354 συμμετέχοντες μέσης ηλικίας έδειξε ότι ακόμα και σε άτομα που δεν ακολουθούσαν τις συστάσεις ΦΔ, κάθε πρόσθετη ώρα ήπιας ΦΔ σχετιζόταν με περίπου 1.1 έτη λιγότερης εγκεφαλικής γήρανσης (Spartano et al., 2019). Η μέτριας έντασης ΦΔ, αλλά όχι η έντονη, φαίνεται να έχει καλύτερα αποτελέσματα στην ποιότητα του ύπνου, τόσο σε νεότερες όσο και μεγαλύτερες ηλικίες (Wang & Boros, 2019).

Αν και τα οφέλη της ΦΔ στη σωματική υγεία παρουσιάζονται ανεξάρτητα από τα μοτίβα συγκεντρώσεως ΦΔ, η σχέση δεν είναι εξίσου ξεκάθαρη όσον αφορά ψυχολογικούς δείκτες. Σύμφωνα με μια πρόσφατη ανασκόπηση, η σχέση της ΦΔ, όπως αξιολογήθηκε με ηλεκτρονικά μέσα, με την αίσθηση ευεξίας ανεξάρτητα φαίνεται να εξαρτάται από τα μοτίβα ΦΔ και χαρακτηριστικά του πληθυσμού που μελετήθηκε (Timm et al., 2024). Υπάρχουν ενδείξεις ότι υπάρχει θετική σχέση μεταξύ ΦΔ που έχει μια σύντομη έστω διάρκεια, π.χ. 10 λεπτών και ποιότητας ζωής, ενώ δεν ισχύει το αντίστοιχο για σποραδικά συγκεντρωμένη ΦΔ, όπως δείχνουν μελέτες σε γενικό (Han et al., 2024) και κλινικό πληθυσμό (Kanavaki et al., 2022). Έχοντας προσδιορίσει τα μοτίβα ΦΔ με τα βέλτιστα οφέλη για ένα πληθυσμό, μπορούν στη συνέχεια να σχεδιαστούν στοχευμένες παρεμβάσεις για την προαγωγή συγκεκριμένων συμπεριφορών ΦΔ.

Γ. Σχεδιασμός και Αξιολόγηση Παρεμβάσεων

Η επιταχυνσιομετρία αποτελεί πλέον αναπόσπαστο κομμάτι στον σχεδιασμό και την αξιολόγηση παρεμβάσεων που στοχεύουν στην προαγωγή της ΦΔ και τη βελτίωση δεικτών υγείας. Ο στόχος είναι επί της ουσίας η προαγωγή της δημόσιας υγείας μέσα από την μακροπρόθεσμη υιοθέτηση πιο υγιεινών συνηθειών (behaviour change interventions). Συνήθεις συμπεριφορικοί στόχοι στην προαγωγή της ΦΔ αποτελούν η αύξηση της μέτριας προς έντονης ΦΔ, της συνολικής ΦΔ ή η μείωση του καθιστικού χρόνου.

Η επιταχυνσιομετρία μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο ως εργαλείο μέτρησης της αποτελεσματικότητας της παρέμβασης, όσο και ως συστατικό της παρέμβασης (Hodgkinson et al., 2019; Konerding & Szel, 2021). Ενδεικτικά, το 2021 μια συστηματική ανασκόπηση παρεμβάσεων προαγωγής ΦΔ στο διαβήτη τύπου 2 κατέγραψε 113 ερευνητικές παρεμβάσεις που χρησιμοποιούσαν τεχνολογίες, όπως επιταχυνσιόμετρα, βηματόμετρα, τηλεϊατρική και κινητά τηλέφωνα για ανατροφοδότηση ή μετάδοση λοιπών μηνυμάτων (Konerding & Szel, 2021). Οι συγγραφείς κατέδειξαν μια αυξητική τάση στον αριθμό παρεμβάσεων με την πάροδο των ετών και ότι η χρήση τεχνολογίας ΦΔ, είτε ως μέσο αξιολόγησης είτε ως μέσο παρέμβασης, επιφέρει ως επί το πλείστον θετικά αποτελέσματα. Μεταγενέστερη συστηματική ανασκόπηση και μεταανάλυση 24 μελετών που χρησιμοποίησαν επιταχυνσιόμετρα ή βηματόμετρα στον ίδιο πληθυσμό, εστίασε στα κλινικά αποτελέσματα και κατέληξε ότι οι παρεμβάσεις επέφεραν σημαντική βελτίωση σε κάποιους δείκτες, συγκεκριμένα γλυκοζυλιωμένη αιμοσφαιρίνη, τριγλυκερίδια, συνολική ΦΔ (βήματα/μέρα), αλλά όχι σε άλλα, όπως προφίλ χοληστερίνης, αρτηριακή πίεση, βάρος και ΔΜΣ (De Oliveira et al., 2023). Πάντως οι παρεμβάσεις με ψηφιακά μέσα φαίνεται ότι είναι ιδιαίτερα αποδεκτές σε νεαρές ηλικίες, ακόμα κι όταν είναι μερικώς μόνο αποτελεσματικές (Knox et al., 2019).

Πολυάριθμες παρεμβάσεις έχουν γίνει σε ειδικούς πληθυσμούς. Σε άτομα με καρδιομεταβολικές παθήσεις, όπως καρδιαγγειακές, διαβήτη, παχυσαρκία, το 2018 καταγράφηκαν 36 μελέτες που είχαν στόχο την αύξηση της ΦΔ και βελτίωση δεικτών υγείας και χρησιμοποιούσαν επιταχυνσιομετρία (Hodkinson et al., 2019). Η μεταανάλυση 32 από αυτές έδειξε μικρή προς μέτρια αύξηση στη ΦΔ μέχρι και 8 μήνες μετά το τέλος των παρεμβάσεων.

Οι παρεμβάσεις αλλαγής συμπεριφοράς είναι πλέον ευρέως διαδεδομένες και συνδυάζουν πλήθος ψηφιακών τεχνολογιών. Η επιταχυνσιομετρία ενσωματώνεται σε διαδικτυακές πλατφόρμες (eHealth) και εφαρμογές κινητών τηλεφώνων (mHealth) που επιδιώκουν να εκπαιδεύσουν και να παρακινήσουν τον χρήστη, με περιεχόμενο στοχευμένο, βασισμένο σε ερευνητικά ευρήματα και θεωρητικά μοντέλα αλλαγής συμπεριφοράς, προσαρμοσμένο στις ανάγκες του εκάστοτε πληθυσμού ή ατόμου. Είναι προφανές ότι οι δυνατότητες χρήσης της επιταχυνσιομετρίας για προαγωγή ΦΔ και δεικτών υγείας είναι ευρείες. Μελέτες που αξιολογούν παρεμβάσεις με έξυπνα κινητά και ενσωματωμένα επιταχυνσιόμετρα έχουν δείξει θετικά αποτελέσματα για την προαγωγή της ΦΔ και δεικτών υγείας, αν και έχουν ασαφή αποτελέσματα ως προς ψυχολογικούς δείκτες (Emberson et al., 2021). Μια ακόμα κατηγορία καινοτόμων παρεμβάσεων είναι οι Προσαρμοστικές Παρεμβάσεις στον Κατάλληλο Χρόνο (ελεύθερη απόδοση του όρου Just-in-time Adaptive Interventions). Χαρακτηρίζονται από την παρακίνηση/ενίσχυση συμπεριφορών σε πραγματικό χρόνο, όπου η χρονική στιγμή και το περιεχόμενο εξατομικεύονται από τον αλγόριθμο ανταποκρινόμενες στις μεταβαλλόμενες συμπεριφορές. Παραδείγματα είναι η παρακίνηση για διακοπή του παρατεταμένου καθιστικού χρόνου, η επιβράβευση για την επίτευξη στόχων ΦΔ, οι προτάσεις για ΦΔ κ. Η σχετική έρευνα είναι σε πρώιμο στάδιο με μικτά αποτελέσματα ως προς την αποτελεσματικότητά τους, αν και φαίνονται να είναι γενικά αποδεκτές από τους χρήστες (Hardeman et al., 2019).

Η επιταχυνσιομετρία μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τον προσδιορισμό των παραγόντων (determinants) που οδηγούν στην αλλαγή συμπεριφοράς. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ανθρώπινη συμπεριφορά είναι πολυεπίεδοι- ατομικοί, διαπροσωπικοί/ κοινωνικοί, πολιτισμικοί και σχετικοί με το φυσικό περιβάλλον. Κάποιοι από αυτούς είναι αμετάβλητοι (non-modifiable), όπως η ηλικία ή η γεωγραφική περιοχή, άλλοι μπορούν να αλλάξουν (modifiable), όπως τα κίνητρα ή η υποστήριξη που λαμβάνει κάποιος. Ο προσδιορισμός

των πρώτων επιτρέπει να εντοπίσουμε πληθυσμούς υψηλού κινδύνου, που έχουν περισσότερο ανάγκη παρεμβάσεων, ενώ ο προσδιορισμός των δεύτερων επιτρέπει την κατανόηση των μηχανισμών δράσης μιας παρέμβασης. Επομένως, η κατανόηση των προσδιοριστικών παραγόντων της ΦΔ είναι σημαντικό κομμάτι στην έρευνα της ΦΔ. Σε δείγμα Ελλήνων τρίτης ηλικίας, όπου εξετάστηκαν γνωστοί ψυχολογικοί παράγοντες, τα εσωτερικά κίνητρα σχετίζονταν θετικά με τη μέτρια-προς-έντονη ΦΔ, ενώ η σχέση με εξωτερικά κίνητρα, αυτοαποτελεσματικότητα και προσδοκίες από τη ΦΔ δεν ήταν σημαντική (Kanavaki et al., 2023a). Η μη σημαντική σχέση πιθανόν να οφείλεται σε προβλήματα εγκυρότητας των ερωτηματολογίων που χρησιμοποιήθηκαν με αυτόν τον πληθυσμό. Στον ίδιο πληθυσμό ο φόβος πτώσης είχε μια μικρή, αλλά σημαντική αρνητική σχέση με τη μέτρια-προς-έντονη ΦΔ, που σημαίνει ότι χρειάζεται να λαμβάνεται υπόψη σε προσπάθειες προαγωγής της ΦΔ σε άτομα τρίτης ηλικίας (Kanavaki et al., 2023b).

Ανασκόπηση 20 συστηματικών ανασκοπήσεων σχετικά με ψυχολογικούς παράγοντες που επηρεάζουν τη ΦΔ κατά τη διάρκεια της ζωής βρήκε ότι από τους παράγοντες που έχουν διερευνηθεί η αίσθηση αυτοαποτελεσματικότητας, δηλαδή η πεποίθηση που έχει κάποιος ότι μπορεί να φέρει σε πέρας ένα έργο, παρουσίαζε θετική σχέση με τη ΦΔ σε παιδιά και εφήβους, ενώ αντίθετα το στρες αρνητική σχέση, ανεξαρτήτως ηλικίας (Cortis et al., 2017). Η συντριπτική πλειοψηφία των πρωταρχικών μελετών χρησιμοποίησε υποκειμενικά εργαλεία για την αξιολόγηση της ΦΔ, ενώ το εύρος στον λειτουργικό ορισμό της ΦΔ και των διαφόρων ψυχολογικών παραγόντων δεν επέτρεψε την περαιτέρω σύγκριση των ευρημάτων. Καλύτερο ερευνητικό σχεδιασμό στο μέλλον συστήνουν και οι συγγραφείς πιο πρόσφατης συστηματικής ανασκόπησης παρεμβάσεων με επιταχυνσιομετρία σε εφήβους, οι οποίες στο σύνολό τους δεν εντόπιζαν σημαντικούς προβλεπτικούς παράγοντες της ΦΔ (Kolovelonis et al., 2024).

Συστήνεται επίσης, η αξιολόγηση πολυεπίπεδων παραγόντων στο ίδιο ερευνητικό σχέδιο (Cortis et al., 2017; Stierline et al., 2015). Για παράδειγμα έρευνα που εξέτασε την αίσθηση αυτοαποτελεσματικότητας (ψυχολογικός παράγοντας) και την απόσταση από το σπίτι παροχών και εγκαταστάσεων (περιβαλλοντικός παράγοντας) σε άτομα με οστεοαρθρίτιδα βρήκε ότι και τα δύο προέβλεπαν τη μέτρια-προς-έντονη ΦΔ (διάρκειας 10+ λεπτών, αλλά όχι τη σποραδική), ενώ περισσότερη ΦΔ προέβλεπε καλύτερη φυσική κατάσταση και ποιότητα ζωής (Kanavaki, 2019).

4. Διαχείριση παθήσεων

Χτίζοντας σε ερευνητικά δεδομένα, οι εφαρμογές της επιταχυνσιομετρίας προεκτείνονται στην κλινική πράξη φέρνοντας νέες δυνατότητες στην παρακολούθηση και διαχείριση πλήθους παθήσεων, όπως αξιολόγηση της αρχικής λειτουργικότητας, παρακολούθηση της ανταπόκρισης στη θεραπεία, εξ αποστάσεως παρακολούθηση, πρόβλεψη επιδείνωσης ή άλλου αρνητικού αποτελέσματος (πχ. νοσηλεία, πτώσεις). Εδώ συχνά χρησιμοποιούνται πιο εξελιγμένοι αλγόριθμοι και ανάλυση δεδομένων από πολλές πηγές (κλινικά δεδομένα, άλλες τεχνολογίες) με μηχανική μάθηση. Ακολουθεί μια σύντομη αναφορά ενδεικτικών εφαρμογών.

Σε άτομα με χρόνιες παθήσεις γενικότερα, η επιταχυνσιομετρία είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για την παρακολούθηση της λειτουργικότητάς τους (Crane et al., 2020; Demeyer et al., 2021). Μικρές μεταβολές στα μοτίβα ΦΔ, που μπορεί να μη γίνουν αντιληπτές με υποκειμενικές μετρήσεις, μπορεί να αποτελούν πρώιμες ενδείξεις επιδείνωσης ή ανταπόκρισης στη θεραπεία, ενώ μακροπρόθεσμες σταδιακές μεταβολές δίνουν μια γενικότερη εικόνα εξέλιξης της νόσου. Σε άτομα που έχουν υποστεί καρδιαγγειακά επεισόδια, η επιταχυνσιομετρία σε συνδυασμό με άλλους δείκτες, όπως καρδιακή συχνότητα και κλινικά συμπτώματα, μπορεί να οδηγήσει στην παρακολούθηση της αποκατάστασης και έγκαιρη ανίχνευση τυχόν απορρύθμισης (Buendia et al., 2024). Παράλληλα, η παρακολούθηση των μοτίβων ΦΔ των ασθενών μπορεί να βοηθήσει στην εξατομικευμένη συνταγογράφηση ΦΔ.

Πολύτιμη είναι η συμβολή της και στη διαχείριση του σακχαρώδη διαβήτη, όπου η επιλογή της χρονικής στιγμής και της έντασης της ΦΔ επηρεάζει σημαντικά τα επίπεδα σακχάρου στο αίμα. Έτσι, η παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο του σακχάρου και της ΦΔ επιτρέπει στο άτομο να κατανοήσει πώς ανταποκρίνεται το

σώμα του κατά τη διάρκεια διαφορετικών δραστηριοτήτων, να προβεί σε διορθωτικές ενέργειες ώστε να αποφύγει υπογλυκαιμικά ή υπεργλυκαιμικά επεισόδια, να προγραμματίσει τη διατροφή και ΦΔ με βέλτιστο τρόπο, αλλά και να ενισχύεται το κίνητρό του βλέποντας τα άμεσα αποτελέσματα της ΦΔ στη ρύθμιση του σακχάρου (Colberg et al., 2016; Riddell et al., 2019). Η τεχνολογία αυτή κάνει τη διαχείριση του σακχαρώδη διαβήτη πιο προσβάσιμη και βιώσιμη. Ένα παράδειγμα εφαρμογής για κινητά είναι η AcT1ve που βάση αλγόριθμου προσφέρει μία από τις 240 εξατομικευμένες συμβουλές ως προς την ινσουλίνη και κατανάλωση υδατανθράκων για άσκηση μέχρι 60 λεπτών, συμβουλές πριν και μετά την άσκηση, καταγραφή άσκησης και υπενθυμίσεις για παρακολούθηση του σακχάρου (Shetty et al., 2024).

Η ανάλυση βάδισης είναι μια τεχνική που εφαρμόζεται στη διάγνωση, αποκατάσταση και παρακολούθηση νευρολογικών, ορθοπεδικών και άλλων διαταραχών. Εδώ, η επιταχυνσιομετρία συνδυάζεται σε φορητές συσκευές με άλλους αισθητήρες, όπως τα γυροσκόπια, δίνοντας τη δυνατότητα αξιολόγησης παραμέτρων της βάδισης εκτός εργαστηρίου, σε πραγματικό χρόνο, εύκολα, αξιόπιστα και οικονομικά (Jarchi et al., 2018). Η ανάλυση βάδισης επιτρέπει, επίσης, τον έγκαιρο εντοπισμό προβλημάτων στην ισορροπία, που μπορεί να προηγούνται των κλινικών συμπτωμάτων, και τον σχεδιασμό πρώιμων παρεμβάσεων (Simila et al., 2017). Η πρόβλεψη και ανίχνευση πτώσεων είναι ακόμα μια σημαντική εφαρμογή, ειδικά για άτομα τρίτης ηλικίας (Nooruddin et al., 2021).

Μεθοδολογικά ζητήματα και Προκλήσεις

Βασικά μεθοδολογικά ζητήματα στην έρευνα με επιταχυνσιόμετρα αποτελούν η σύγκριση ή τυποποίηση των δεδομένων από διαφορετικές έρευνες και η κλινική εγκυρότητά τους. Υπάρχει ετερογένεια στα πρωτόκολλα συλλογής και επεξεργασίας των πρωτογενών δεδομένων, ακόμα και στις περιπτώσεις που χρησιμοποιείται το ίδιο λογισμικό επεξεργασίας. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της κατηγοριοποίησης των διαφορετικών εντάσεων ΦΔ σε καθιστικό χρόνο, ήπια, μέτρια ή έντονη ένταση. Ο ορισμός της έντασης γίνεται με βάση τις μονάδες επιτάχυνσης. Το εύρος των ορίων (cut points) για κάθε ένταση προσδιορίζεται από μελέτες εγκυρότητας, συνήθως με χρήση θερμιδομετρίας. Οι Troiano και συν. (2008) έθεσαν τα πρώτα όρια διαφορετικών εντάσεων με βάση μελέτη εγκυρότητας σε νέους, υγιείς ενήλικες, τα οποία έκτοτε έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως σε πληθυσμούς διαφορετικών ηλικιών ή κλινικούς. Ωστόσο, με την πάροδο της ηλικίας και σε συγκεκριμένες παθήσεις συμβαίνουν αλλαγές στη μεταβολική λειτουργία, την κινητικότητα και λειτουργικότητα των διαφόρων συστημάτων του οργανισμού, το οποίο που συνεπάγεται σφάλματα στην αξιολόγηση της ΦΔ όταν αυτή δεν οριοθετείται με βάση μελέτες εγκυρότητας στους συγκεκριμένους πληθυσμούς (Ekelund et al., 2019; Moldovan et al., 2022). Επομένως, χρειάζεται προσοχή στην επιλογή των ορίων έντασης, αλλά και διαφάνεια με λεπτομερή αναφορά των επιλογών των ερευνητών κατά την επεξεργασία των δεδομένων γενικότερα. Αντίστοιχα προβλήματα παρουσιάζουν και οι εμπορικές συσκευές, όπου δεν υπάρχουν τυποποιημένα πρωτόκολλα εγκυρότητας και ποιότητας ή ρυθμιστικοί κανονισμοί (Giurgiu et al., 2024). Συστηματική ανασκόπηση 158 δημοσιεύσεων, 36 από τις οποίες αφορούσαν πληθυσμούς με χρόνιες παθήσεις και κινητικούς περιορισμούς, έδειξε ικανοποιητική ακρίβεια στην αξιολόγηση των βημάτων, αλλά όχι στην κατανάλωση ενέργειας, ενώ ο βαθμός ακρίβειας ως προς άλλες παραμέτρους ποικίλει από εταιρεία σε εταιρεία (Fuller et al., 2020).

Ένας ακόμα περιορισμός των επιταχυνσιόμετρων είναι στις συμπεριφορές ΦΔ που μπορεί να εντοπίσει. Τα επιταχυνσιόμετρα μετρούν επιτάχυνση, όχι το είδος της κίνησης. Επομένως, δεν μπορούν να διακρίνουν δραστηριότητες χωρίς ή με μικρή μετατόπιση του κέντρου μάζας, όπως ασκήσεις ενδυνάμωσης, γιόγκα, άρση βαρών, ποδηλασία κ.ά. Έτσι, ΦΔ με μικρές κινήσεις αλλά υψηλή ενεργειακή δαπάνη μπορεί να μην αξιολογηθούν. Οι εμπορικές συσκευές συνήθως ζητούν από τον χρήστη να χαρακτηρίσει τις ΦΔ που κάνει. Στην έρευνα μπορούν να χρησιμοποιηθούν συμπληρωματικά με τα επιταχυνσιόμετρα ερωτηματολόγια αυτοαναφοράς, που δίνουν ποιοτικές

πληροφορίες ως προς το είδος της ΦΔ. Το Εργαστήριο του ΤΕΦΑΑ, ΔΠΘ, έχει μακρά παράδοση στη χρήση επιταχυνσιομετρίας, συμπεριλαμβανομένων μελετών εγκυρότητας και αξιοπιστίας ερωτηματολογίων (Argiropoulou et al., 2004), με πιο πρόσφατη τη μελέτη εγκυρότητας ενός πολύ σύντομου και περιεκτικού ερωτηματολογίου, του General Practice Physical Activity Questionnaire, σε ελληνικό πληθυσμό (Kanavaki et al., 2024a).

Η προστασία των προσωπικών δεδομένων είναι ένα ζήτημα που χρήζει προσοχής στο μέλλον, ειδικά υπό το φως της ενσωμάτωσης δεδομένων επιταχυνσιομετρίας μαζί με άλλους δείκτες υγείας σε υγειονομικά ψηφιακά συστήματα. Εδώ απαιτούνται κατάλληλα νομοθετικά πλαίσια, πρωτόκολλα και τεχνική υποστήριξη για την ασφάλεια στη διατήρηση και επεξεργασία των δεδομένων.

Συμπεράσματα

Οι εφαρμογές των επιταχυνσιομέτρων στην έρευνα και την κλινική πράξη έχουν εξελιχθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, περνώντας από την απλή καταγραφή της ΦΔ σε πολυδιάστατα εργαλεία παρακολούθησης της υγείας και διαχείρισης ασθενειών. Οι τέσσερις εφαρμογές που εξετάστηκαν στην παρούσα ανασκόπηση αναδεικνύουν τον αντίκτυπο της επιταχυνσιομετρίας σε όλο το φάσμα της έρευνας στον χώρο της υγείας. Στον τομέα της παρακολούθησης και αξιολόγησης, τα επιταχυνσιόμετρα έχουν προσφέρει τη βάση για αντικειμενική, μεγάλης κλίμακας καταγραφή μοτίβων ΦΔ. Η κατανόηση των σχέσεων με δείκτες υγείας έχει αναδιαμορφωθεί μέσα από μεγάλες επιδημιολογικές μελέτες. Η αξιολόγηση παρεμβάσεων έχει ωφεληθεί από τη χρήση αντικειμενικών μετρήσεων αποτελέσματος, που επιτρέπουν λεπτομερή κατανόηση των μηχανισμών αλλαγής συμπεριφοράς, ενώ αποτελούν και εργαλείο παρακίνησης. Τέλος, οι εφαρμογές στη διαχείριση παθήσεων καταδεικνύουν την κλινική χρησιμότητα της συνεχούς παρακολούθησης της ΦΔ για εξατομικευμένη φροντίδα και έγκαιρη ανίχνευση μεταβολών στην υγεία. Η αντιμετώπιση υπαρχόντων μεθοδολογικών ζητημάτων στην έρευνα, η καλύτερη κατανόηση των σχέσεων των μοτίβων ΦΔ με τη σωματική και ψυχική υγεία σε αντιπροσωπευτικούς γενικούς και ειδικούς πληθυσμούς από διαφορετικά πολιτισμικά πλαίσια, η διερεύνηση προβλεπτικών παραγόντων των διαφορετικών μοτίβων, αλλά και η αποτελεσματική ενσωμάτωση σε υπάρχουσες υπηρεσίες υγείας είναι πεδία για πλούσια μελλοντική έρευνα.

Βιβλιογραφία

- Argiropoulou, E. C., Michalopoulou, M., Aggeloussis, N., & Avgerinos, A. (2004). Validity and reliability of physical activity measures in greek high school age children. *Journal of sports science & medicine*, 3(3), 147–159.
- Bourke, M., Haddara, A., Loh, A., Carson, V., Breau, B., & Tucker, P. (2023). Adherence to the World Health Organization's physical activity recommendation in preschool-aged children: a systematic review and meta-analysis of accelerometer studies. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 20(1), 52. <https://doi.org/10.1186/s12966-023-01450-0>
- Buendia, R., Karpfors, M., Folkvaljon, F., Hunter, R., Sillen, H., Luu, L., Docherty, K., & Cowie, M. R. (2024). Wearable Sensors to Monitor Physical Activity in Heart Failure Clinical Trials: State-of-the-Art Review. *Journal of cardiac failure*, 30(5), 703–716. <https://doi.org/10.1016/j.cardfail.2024.01.016>
- Cao, Z., Min, J., Hou, Y., Si, K., Wang, M., & Xu, C. (2025). Association of accelerometer-derived physical activity with all-cause and cause-specific mortality among individuals with cardiovascular diseases: a prospective cohort study. *European journal of preventive cardiology*, 32(1), 20–29. <https://doi.org/10.1093/eurjpc/zwae248>

- Colberg, S. R., Sigal, R. J., Yardley, J. E., Riddell, M. C., Dunstan, D. W., Dempsey, P. C., Horton, E. S., Castorino, K., & Tate, D. F. (2016). Physical Activity/Exercise and Diabetes: A Position Statement of the American Diabetes Association. *Diabetes care*, 39(11), 2065–2079. <https://doi.org/10.2337/dc16-1728>
- Crane, T. E., Skiba, M. B., Miller, A., Garcia, D. O., & Thomson, C. A. (2020). Development and Evaluation of an Accelerometer-Based Protocol for Measuring Physical Activity Levels in Cancer Survivors: Development and Usability Study. *JMIR mHealth and uHealth*, 8(9), e18491. <https://doi.org/10.2196/18491>
- Czenczek-Lewandowska, E., Leszczak, J., Baran, J., Weres, A., Wyszynska, J., Lewandowski, B., Dąbrowski, M., & Mazur, A. (2019). Levels of Physical Activity in Children and Adolescents with Type 1 Diabetes in Relation to the Healthy Comparators and to the Method of Insulin Therapy Used. *International journal of environmental research and public health*, 16(18), 3498. <https://doi.org/10.3390/ijerph16183498>
- Demeyer, H., Mohan, D., Burtin, C., Vaes, A. W., Heasley, M., Bowler, R. P., Casaburi, R., Cooper, C. B., Corriol-Rohou, S., Frei, A., Hamilton, A., Hopkinson, N. S., Karlsson, N., Man, W. D., Moy, M. L., Pitta, F., Polkey, M. I., Puhan, M., Rennard, S. I., Rochester, C. L., ... Chronic Lung Disease Biomarker and Clinical Outcome Assessment Qualification Consortium Task Force on Physical Activity (2021). Objectively Measured Physical Activity in Patients with COPD: Recommendations from an International Task Force on Physical Activity. *Chronic obstructive pulmonary diseases (Miami, Fla.)*, 8(4), 528–550. <https://doi.org/10.15326/jcopdf.2021.0213>
- Emberson, M. A., Lalande, A., Wang, D., McDonough, D. J., Liu, W., & Gao, Z. (2021). Effectiveness of Smartphone-Based Physical Activity Interventions on Individuals' Health Outcomes: A Systematic Review. *BioMed research international*, 2021, 6296896. <https://doi.org/10.1155/2021/6296896>
- Ekelund, U., Tarp, J., Steene-Johannessen, J., Hansen, B. H., Jefferis, B., Fagerland, M. W., Whincup, P., Diaz, K. M., Hooker, S. P., Chernofsky, A., Larson, M. G., Spartano, N., Vasan, R. S., Dohrn, I. M., Hagströmer, M., Edwardson, C., Yates, T., Shiroma, E., Anderssen, S. A., & Lee, I. M. (2019). Dose-response associations between accelerometry measured physical activity and sedentary time and all cause mortality: systematic review and harmonised meta-analysis. *BMJ (Clinical research ed.)*, 366, 14570. <https://doi.org/10.1136/bmj.14570>
- Fuller, D., Colwell, E., Low, J., Orychock, K., Tobin, M. A., Simango, B., Buote, R., Van Heerden, D., Luan, H., Cullen, K., Slade, L., & Taylor, N. G. A. (2020). Reliability and Validity of Commercially Available Wearable Devices for Measuring Steps, Energy Expenditure, and Heart Rate: Systematic Review. *JMIR mHealth and uHealth*, 8(9), e18694. <https://doi.org/10.2196/18694>
- Giurgiu M, von Haaren-Mack B, Fiedler J, Woll S, Burchartz A, Kolb S, et al. (2024). The wearable landscape: Issues pertaining to the validation of the measurement of 24-h physical activity, sedentary, and sleep behavior assessment. *J Sport Health Sci*;14:101006. doi: 10.1016/j.jshs.2024.101006.
- Han, S., Oh, B., Kim, H. J., Hwang, S. E., & Kim, J. S. (2024). Accelerometer-Based Physical Activity and Health-Related Quality of Life in Korean Adults: Observational Study Using the Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *JMIR human factors*, 11, e59659. <https://doi.org/10.2196/59659>
- Hardeman, W., Houghton, J., Lane, K., Jones, A., & Naughton, F. (2019). A systematic review of just-in-time adaptive interventions (JITAs) to promote physical activity. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 16(1), 31. <https://doi.org/10.1186/s12966-019-0792-7>
- Healy, G. N., Dunstan, D. W., Salmon, J., Cerin, E., Shaw, J. E., Zimmet, P. Z., & Owen, N. (2008). Breaks in sedentary time: beneficial associations with metabolic risk. *Diabetes care*, 31(4), 661–666. <https://doi.org/10.2337/dc07-2046>

- Hodkinson, A., Kontopantelis, E., Adeniji, C., van Marwijk, H., McMillan, B., Bower, P., & Panagioti, M. (2019). Accelerometer- and Pedometer-Based Physical Activity Interventions Among Adults With Cardiometabolic Conditions: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA network open*, 2(10), e1912895. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2019.12895>
- Jarchi, D., Pope, J., Lee, T. K. M., Tamjidi, L., Mirzaei, A., & Sanei, S. (2018). A Review on Accelerometry-Based Gait Analysis and Emerging Clinical Applications. *IEEE reviews in biomedical engineering*, 11, 177–194. <https://doi.org/10.1109/RBME.2018.2807182>
- Kanavaki, AM. (2019). *Determinants and Implications of Physical Activity in People living with Hip or Knee Osteoarthritis: An integrated approach*. Chapter 6. University of Birmingham, UK. <https://etheses.bham.ac.uk/id/eprint/9754/>
- Kanavaki, A.M., Michalopoulou, M., Apostolidou, M., Gkrekidis, A., Kouli, E., Douda, H., Smillios, I., Gourgoulis, V., Syrakoulis, G., & Aggelousis, N. (Μάιος 2023a). Autonomous motivation, exercise self-efficacy and outcome expectations as predictors of accelerometer-assessed moderate-to-vigorous physical activity in older adults: a cross-sectional study. 16^ο Διεθνές Συνέδριο Αθλητικής Ψυχολογίας, Τρίκαλα.
- Kanavaki, A., Michalopoulou, M., Kouli, E., Gkrekidis, A., Douda, H., Smilios, I., Gourgoulis, V., Syrakoulis, G., & Aggelousis, N. (2023b). Fear of Falling and Moderate-to-Vigorous Physical Activity in Community-Dwelling Older Adults. A Cross-Sectional Analysis. *Inquiries in Physical Education and Sport*, 21(1), 49–60. <https://doi.org/10.26253/heal.uth.ojs.ispe.2023.1966>
- Kanavaki, A.M., Michalopoulou, M., Stathi, A., Kouli, E., Gourgoulis, V., Gkrekidis, A., Douda, H.T., Smilios, I., Syrakoulis, G., Aggelousis, N. (2024a). Validity of the General Practice Physical Activity Questionnaire (GPPAQ) in adults 60–90 years. *Journal of Public Health*. <https://doi.org/10.1007/s10389-024-02288-x>
- Kanavaki, A.M., Nasiou, E. Ioannidou, M. Pavlidou, S., Amprasi, E. Roumelioti, M. Papanikolaou, F. Retzepis, N. Aggelousis, N., Michalopoulou, M. (June 2024b). Accelerometer-measured physical activity patterns in adults 65-90 years in Greece. 32th International Congress on Physical Education and Sports, Komotini.
- Kanavaki, A. M., Rushton, A., Klocke, R., Abhishek, A., & Duda, J. L. (2022). Assessing moderate-to-vigorous physical activity in hip and knee osteoarthritis using accelerometers: Implications of different patterns and cut-points for health and well-being. *Journal of sports sciences*, 40(2), 156–163. <https://doi.org/10.1080/02640414.2021.1981689>
- Katzmarzyk, P. T., Church, T. S., Craig, C. L., & Bouchard, C. (2009). Sitting time and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer. *Medicine and science in sports and exercise*, 41(5), 998–1005. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181930355>
- Knox, E. C. L., Quirk, H., Glazebrook, C., Randell, T., & Blake, H. (2019). Impact of technology-based interventions for children and young people with type 1 diabetes on key diabetes self-management behaviours and prerequisites: a systematic review. *BMC endocrine disorders*, 19(1), 7. <https://doi.org/10.1186/s12902-018-0331-6>
- Kolovelonis, A., Syrmipas, I., Marcuzzi, A., ... Ling, F. (2024). DE-PASS best evidence statement (BEST): determinants of adolescents' device-based physical activity and sedentary behaviour in settings: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*, 24, 1706. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-19136-y>
- Konerding, U., & Szel, C. (2021). Promoting physical activity in persons with type 2 diabetes mellitus: A systematic review of systematic reviews. *Patient education and counseling*, 104(7), 1600–1607. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2020.12.011>

- Kuzmin, A.V., Ivashchenko, A.V. & Ryabova, E.P. (2023). *Biomedical Engineering*, 57, 300–304. <https://doi.org/10.1007/s10527-023-10320-9>
- Liao, D. Q., Li, H. M., Chen, H. J., Lai, S. M., Tang, X. L., Qiu, C. S., Du, L. Y., Huang, H. X., Xiong, Z. Y., Kuang, L., Zhang, B. Y., Zhang, P. D., Gao, J., Zhong, W. F., Chen, P. L., Liu, D., Yang, J., Huang, Q. M., Mao, C., & Li, Z. H. (2025). Association of Accelerometer-Derived Physical Activity Pattern With the Risks of All-Cause, Cardiovascular Disease, and Cancer Death. *Journal of the American Heart Association*, 14(8), e039225. <https://doi.org/doi:10.1161/JAHA.124.039225>
- Nooruddin, S., Islam, M.M., Sharna, F.A., Alhetari, H., & Kabir, M. N. (2022). Sensor-based fall detection systems: a review. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 13, 2735–2751. <https://doi.org/10.1007/s12652-021-03248-z>
- Pavlidou, S., Leontsini, D., Foteinakis, P., Kanavaki, A. M., Chatzinikolaou, A., Avloniti, A., & Mixalopoulou, M. (2024). Temporal trends of physical activity and sedentary behavior among Greek school-age children: A comparison of two cross-sectional cohorts. *Journal of Physical Education and Sport*, 24(4), 942-949. <https://doi.org/10.7752/jpes.2024.04107>
- Ramakrishnan, R., Doherty, A., Smith-Byrne, K., Rahimi, K., Bennett, D., Woodward, M., Walmsley, R., & Dwyer, T. (2021). Accelerometer measured physical activity and the incidence of cardiovascular disease: Evidence from the UK Biobank cohort study. *PLoS medicine*, 18(1), e1003487. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003487>
- Regan, C., Hagströmer, M., Bergman, F., Bäck, M., Drake, I., Johansson, H., Rossen, J., & von Rosen, P. (2025). Accelerometer-Measured Physical Activity and Sedentary Behavior in Individuals With and Without Chronic Diseases: Cross-Sectional Results of 27,890 Adults From the Swedish CARDIOpulmonary BioImage Study Cohort. *Journal of physical activity & health*, 22(8), 940–949. <https://doi.org/10.1123/jpah.2024-0771>
- Riddell, M. C., Gallen, I. W., Smart, C. E., Taplin, C. E., Adolfsson, P., Lumb, A. N., Kowalski, A., Rabasa-Lhoret, R., McCrimmon, R. J., Hume, C., Annan, F., Fournier, P. A., Graham, C., Bode, B., Galassetti, P., Jones, T. W., Millán, I. S., Heise, T., Peters, A. L., Petz, A., ... Laffel, L. M. (2017). Exercise management in type 1 diabetes: a consensus statement. *The lancet. Diabetes & endocrinology*, 5(5), 377–390. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(17\)30014-1](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(17)30014-1)
- Shetty, V. B., Fried, L., Roby, H. C., Soon, W. H. K., Nguyen, R., Ong, A., Jaimangal, M., Francis, J., Paramalingam, N., Cross, D., & Davis, E. (2024). Development of a Novel Mobile Health App to Empower Young People With Type 1 Diabetes to Exercise Safely: Co-Design Approach. *JMIR diabetes*, 9, e51491. <https://doi.org/10.2196/51491>
- Similä, H., Immonen, M., & Ermes, M. (2017). Accelerometry-based assessment and detection of early signs of balance deficits. *Computers in biology and medicine*, 85, 25–32. <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2017.04.009>
- Spartano, N. L., Davis-Plourde, K. L., Himali, J. J., Andersson, C., Pase, M. P., Maillard, P., DeCarli, C., Murabito, J. M., Beiser, A. S., Vasan, R. S., & Seshadri, S. (2019). Association of Accelerometer-Measured Light-Intensity Physical Activity With Brain Volume: The Framingham Heart Study. *JAMA network open*, 2(4), e192745. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2019.2745>
- Stierlin, A. S., De Lepeleere, S., Cardon, G., Dargent-Molina, P., Hoffmann, B., Murphy, M. H., Kennedy, A., O'Donoghue, G., Chastin, S. F., De Craemer, M., & DEDIPAC consortium (2015). A systematic review of determinants of sedentary behaviour in youth: a DEDIPAC-study. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 12, 133. <https://doi.org/10.1186/s12966-015-0291-4>

- Timm, I., Giurgiu, M., Ebner-Priemer, U., & Reichert, M. (2024). The Within-Subject Association of Physical Behavior and Affective Well-Being in Everyday Life: A Systematic Literature Review. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 54(6), 1667–1705. <https://doi.org/10.1007/s40279-024-02016-1>
- Troiano, R. P., Berrigan, D., Dodd, K. W., Mâsse, L. C., Tilert, T., & McDowell, M. (2008). Physical activity in the United States measured by accelerometer. *Medicine and science in sports and exercise*, 40(1), 181–188. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31815a51b3>
- Tudor-Locke, C., Brashear, M. M., Johnson, W. D., & Katzmarzyk, P. T. (2010). Accelerometer profiles of physical activity and inactivity in normal weight, overweight, and obese U.S. men and women. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 7, 60. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-7-60>
- U.S. Department of Health and Human Services. (2018). Physical Activity Guidelines for Americans, 2nd edition. Retrieved from https://odphp.health.gov/sites/default/files/2019-09/Physical_Activity_Guidelines_2nd_edition.pdf
- U.S. Department of Health and Human Services. (2008). 2008 Physical Activity Guidelines for Americans. Retrieved from <https://odphp.health.gov/sites/default/files/2019-09/paguide.pdf>
- Wang, F., & Boros, S. (2019). The effect of physical activity on sleep quality: a systematic review. *European Journal of Physiotherapy*, 23(1), 11–18. <https://doi.org/10.1080/21679169.2019.1623314>
- World Health Organization (2018). Global action plan on physical activity 2018–2030: more active people for a healthier world. Geneva. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.



Accelerometry and Physical Activity: A Narrative Review of Applications in Health Research

Kanavaki Maria Archontissa, Koufou Nerantzoula, Michalopoulou Maria

Department of Physical Education & Sport Science, Democritus University of Thrace

ABSTRACT

The applications of accelerometers in health research and clinical practice have advanced significantly in recent years, moving from recording of physical activity (PA) to multidimensional tools for health monitoring and disease management. This narrative review presents four main applications of accelerometers in health research, using illustrative examples from contemporary scientific literature: (A) assessment and monitoring of PA levels, (B) understanding the relationships between PA and health indicators, (C) design and evaluation of interventions, and (D) disease management. In the area of monitoring and assessment, accelerometers have provided the foundation for objective, large-scale recording of PA patterns. The understanding of relationships with health indicators has been reshaped through large epidemiological studies. Intervention evaluation has benefited from the use of objective outcome measures, which allow for a detailed understanding of behaviour change mechanisms, while also serving as motivational tools. Applications in disease management highlight the clinical usefulness of continuous PA monitoring for personalized care and timely detection of changes in health. Finally, areas for future research are discussed.

Key words: accelerometer, physical activity, health research, applications

Corresponding address:

Kanavaki Maria Archontissa
Democritus University of Thrace
Department of Physical Education and Sport Sciences
University Campus, 69100 Komotini

E-mail:

mkanavak@phyed.duth.gr