

ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ



-Πτυχιακή Εργασία-

Μελέτη της Χρήσης των Smartwatches στη Βελτίωση της
Καθημερινότητας

Σιώλος Παναγιώτης Α.Μ. Π2017160

Επιβλέπουσα: Άννα Σωτηροπούλου

Επιβλέπουσα

Άννα Σωτηροπούλου, Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό,
Ιόνιο Πανεπιστήμιο

Τριμελής Επιτροπή

Θεμιστοκλής Έξαρχος, Αναπληρωτής Καθηγητής,
Ιόνιο Πανεπιστήμιο

Στέργιος Παλαμάς, Επίκουρος Καθηγητής,
Ιόνιο Πανεπιστήμιο

Αυτή η πτυχιακή αφιερώνεται στην οικογένεια μου, τους φίλους μου και
τους καθηγητές μου που με στήριξαν σε αυτό το ταξίδι

Περίληψη

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία θα παρουσιαστεί μια εκτενής ανάλυση των δυνατοτήτων των smartwatches. Στη σημερινή εποχή τα ψηφιακά ρολόγια χειρός μπορούν να πραγματοποιήσουν μια πληθώρα λειτουργιών, οι οποίες στοχεύουν στην αναβάθμιση της καθημερινότητας του σύγχρονου ανθρώπου.

Ειδικότερα, θα εξεταστούν ενδελεχώς ορισμένες πολυμεσικές εφαρμογές οι οποίες στοχεύουν, κυρίως, στη διευκόλυνση του χρήστη. Μερικές από τις λειτουργίες που περιλαμβάνονται είναι: ο χειρισμός της μουσικής μέσω των smartwatches, οι απαντήσεις σε κλήσεις και μηνύματα και η δυνατότητα σύνδεσης με τον Παγκόσμιο Ιστό για αναζήτηση πληροφοριών. Επίσης, αξιοσημείωτη είναι η συνεισφορά τους στους επαγγελματίες, καθώς συμβάλλουν στην εξοικονόμηση πολύτιμου χρόνου μέσω της ταχείας λήψης ειδοποιήσεων για σημαντικά γεγονότα.

Τα smartwatches συμβαδίζοντας με τις τεχνολογικές εξελίξεις κάθε περιόδου επέφεραν τη δυνατότητα ενσωμάτωσης ποικίλων χαρακτηριστικών που σχετίζονται με ιατρικά δεδομένα. Συγκεκριμένα, μπορούν να συνεισφέρουν στη βελτίωση της υγείας, στην παρότρυνση του χρήστη να αποκτήσει έναν υγιεινό τρόπο ζωής και να στην εύρεση πιθανών προβλημάτων υγείας. Πρόσφατες έρευνες έδειξαν ότι μπορεί, μέσω των smartwatches, να γίνει πρόγνωση μιας νόσου πολλά χρόνια νωρίτερα. Παρακάτω δίνονται λεπτομέρειες και πληροφορίες σχετικά με τα ιατρικά δεδομένα τα οποία συλλέγονται.

Τα οφέλη των smartwatches έχουν γίνει αντιληπτά από άτομα που ασχολούνται με τον αθλητισμό από τα πρώτα κιόλας χρόνια της εμφάνισης τους. Τα δεδομένα που δίνονται απλόχερα στον καρπό του αθλητή τον βοηθούν στη διάπλαση μιας άρτιας φυσικής κατάστασης και απόδοσης, χωρίς να χρειάζεται βοήθεια και μετρήσεις από τρίτα άτομα. Παρατίθεται παρακάτω μια εκτενής ανάλυση για τα χαρακτηριστικά των αθλητικών smartwatches, των λειτουργιών που διαθέτουν και πώς αναλύονται τα δεδομένα για τη διευκόλυνση του αθλητή.

Τέλος, πραγματοποιείται ανάλυση για την ακρίβεια των δεδομένων που συλλέγονται από τα smartwatches, ενώ γίνεται αναφορά και στους κινδύνους

από την λανθασμένη προσέγγιση των χρηστών για τα ιατρικά δεδομένα που δίνονται.

Λέξεις κλειδιά

Smartwatch, Λειτουργίες Smartwatch, Συλλογή ιατρικών δεδομένων, Χρήση Smartwatch από αθλητές, GPS, Μέτρηση ύπνου, Καρδιακοί παλμοί, Κλήσεις και μηνύματα, Διαχείριση μουσικής, Ημερολόγιο, Ειδοποιήσεις, Fitness Trackers, Sportwatch, WearOs, WatchOs, Apple Watch, Samsung galaxy watch, Garmin

Πρόλογος

Η πρόοδος της τεχνολογίας στη χρήση των smartphones έφερε την δυνατότητα να εξελιχθούν και άλλα gadgets που συνεργάζονται με αυτά.

Τα smartwatches θεωρούνται από τα πιο βασικά gadgets που μπορεί να έχει στην κατοχή του κάποιος χρήστης, προσφέροντας του μια επέκταση του κινητού τηλεφώνου για τη διευκόλυνση του. Οι κατασκευαστές τα έχουν αναπτύξει με τέτοιο τρόπο ώστε να έχουν τέλειο συγχρονισμό με τα κινητά τηλέφωνα των χρηστών.

Στην συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία αναλύονται οι περισσότερες λειτουργίες που διαθέτουν τα smartwatches και δίνονται λεπτομέρειες στους λόγους που τα δεδομένα που συλλέγονται είναι χρήσιμα για τους χρήστες τους.

Τα smartwatches απευθύνονται σε όλους, χωρίς κάποιο συγκεκριμένο κοινό, θα δοθούν όμως πληροφορίες για τις κύριες ομάδες ατόμων που μπορούν να χρησιμοποιήσουν διαφορετικά είδη από smartwatches. Σε άτομα που χρησιμοποιούν τα smartwatches για τη χρήση σε πολυμεσικές εφαρμογές και σε αθλητές, οι ιατρικές λειτουργίες ωστόσο έρχονται ανεξάρτητα από το εάν κάποιος χρήστης κατατάσσεται σε μία από αυτές τις ομάδες και όλοι μπορούν να επωφεληθούν από αυτές. Τέλος γίνονται αναφορές σε ομάδες ατόμων που λόγω προβλημάτων υγείας χρήζουν ιδιαίτερης φροντίδας και τα smartwatches βοηθούν αυτούς και τους φροντιστές τους.

Περιεχόμενα

Εισαγωγή	11
Α'.1 Ορισμός των Smartwatches.....	11
Α'.2 Χρήση των Smartwatches	11
Α'.3 Κυριότερες κατηγορίες Smartwatches	12
Α'.4 WearOS και WatchOS λειτουργικά.....	13
Α'.5 Αθλητικά ρολόγια.....	14
Α'.6 Λοιπές κατηγορίες.....	16
Λειτουργίες των Smartwatches	17
Β'.1 Καθημερινές λειτουργίες και εφαρμογές των Smartwatches	17
Β'.1.1 Κλήσεις και απαντήσεις σε μηνύματα	17
Β'.1.2 Εφαρμογές Πολυμέσων.....	18
Β'.1.3 NFC	20
Β'.2 Ιατρικές λειτουργίες	22
Β'.2.1 Καρδιακοί παλμοί.....	23
Β'.2.2 Μέτρηση ηλεκτροκαρδιογραφήματος.....	25
Β'.2.3 Καταγραφή βημάτων και θερμίδων	27
Β'.2.4 Μέτρηση πίεσης και οξυγόνου αίματος.....	28
Β'.2.5 Παρακολούθηση ύπνου	30
Β'.2.6 Crash Detection	32
Β'.2.7 Τα Smartwatches και Wearables σε επεισόδια Επιληψίας	34
Β'.2.8 Χρήση σε άτομα με νόσο Πάρκινσον	35
Β'.3 Χρήση των Smartwatches από αθλητές.....	35
Β'.3.1 Προπόνηση με χρήση ζωνών καρδιακών παλμών	36
Β'.3.2 Πληροφορίες από το GPS	40
Β'.3.3 Apps στα Smartwatches για αθλητές	41
Β'.3.4 Structured Workouts και Training Stress.....	46
Β'.3.5 Πληροφορίες αποθεραπείας για αθλητές	48
Β'.3.6 Πληροφορίες διαδρομής.....	48

Αποτελέσματα Ερευνών	50
Γ'.1 Πρόβλεψη νόσων πριν τη διάγνωση και ανίχνευση ιατρικών προβλημάτων .	50
Γ'.2 Χρησιμότητα τεχνολογιών όπως το Crash Detection	51
Γ'.3 Αποτελέσματα για την ακρίβεια των δεδομένων των Smartwatches.....	52
Γ'.3.1 Δαπάνη ενέργειας	52
Γ'.3.2 Μετρητής βημάτων.....	53
Γ'.3.3 Καρδιακούς παλμούς	53
Γ'.3.4 VO2 MAX.....	53
Γ'.3.5 Heart Rate Recovery.....	54
Γ'.3.6 Heart Rate Variability	55
Γ'.3.7 Μέτρηση Οξυγόνου αίματος	55
Γ'.3.8 Παρακολούθηση ύπνου	55
Γ'.4 Κίνδυνοι από τη χρήση των Smartwatches.....	56
Γ'.5 Συμπεράσματα	56
Βιβλιογραφία	57
Συντμήσεις.....	63
Γλωσσάρι Ξενικών Ορών.....	65

Πίνακας Σχημάτων

Σχήματα Α'

Σχήμα Α'. 1: Το Logo του WearOS [46].....	13
Σχήμα Α'. 2: Το Apple Watch Ultra [47]	14
Σχήμα Α'. 3: Διάφορα Sportwatches [48].....	16

Σχήματα Β'

Σχήμα Β'. 1: Τα Quick Replies στην εφαρμογή της Suunto.....	18
Σχήμα Β'. 2: Η διαχείριση της μουσικής στο Apple Watch [47].....	19
Σχήμα Β'. 3: Φωτογραφίες σε Smartwatch [47].....	20
Σχήμα Β'. 4: Το Logo του NFC [49]	21
Σχήμα Β'. 5: Πληρωμή με Smartwatch	22
Σχήμα Β'. 6: Γράφημα Καρδιακών Παλμών από Smartwatch	23
Σχήμα Β'. 7: Ειδοποίηση για Υψηλούς Παλμούς [47]	24
Σχήμα Β'. 8: Γράφημα Resources στο App της Suunto	25
Σχήμα Β'. 9: Απεικόνιση ενός χρήστη που κάνει ECG [47].....	26
Σχήμα Β'. 10: Ειδοποίηση για Κολπική Μαρμαρυγή [47].....	27
Σχήμα Β'. 11: Κατανάλωση Θερμίδων και Βημάτων [50].....	28
Σχήμα Β'. 12: Η Συσκευή Omron HeartGuide [51]	29
Σχήμα Β'. 13: Μέτρηση ποσοστού Οξυγόνου Αίματος [52]	30
Σχήμα Β'. 14: Φάσεις ύπνου στο Health App του Iphone [47]	31
Σχήμα Β'. 15: Η ειδοποίηση που εμφανίζεται μόλις ανιχνευθεί σύγκρουση [47].....	33
Σχήμα Β'. 16: Η αντίστροφη μέτρηση των 10 δευτερολέπτων [47].....	34
Σχήμα Β'. 17: Ένας χρήστης κάνοντας καταγραφή άσκησης με παλμούς [53]	38
Σχήμα Β'. 18: Οι 5 ζώνες και ο χρόνος που καταναλώθηκε σε κάθε μια	39
Σχήμα Β'. 19: Οι παλμοί και ζώνη σε ένα συγκεκριμένο σημείο της διαδρομής	40
Σχήμα Β'. 20: Screenshot από το Menu Επιλογών των Custom Sport.....	42
Σχήμα Β'. 21: Cadence Coach	43
Σχήμα Β'. 22: Weather.....	44
Σχήμα Β'. 23: Weather Forecast	45
Σχήμα Β'. 24: Cooper Test Results.....	46
Σχήμα Β'. 25: Πληροφορίες για το Tss του αθλητή	47
Σχήμα Β'. 26: Οι 4 καταστάσεις Προπόνησης με Βάση το TSS	48
Σχήμα Β'. 27: Εμφάνιση Τοπογραφικού Χάρτη σε Smartwatch Coros [54]	49

Σχήματα Γ

Σχήμα Γ' 1: Ανάλυση των 49 κλήσεων [29]	52
Σχήμα Γ' 2: Εμφάνιση του HRR [47]	54

Κεφάλαιο Α΄

Εισαγωγή

Α΄.1 Ορισμός των Smartwatches

Τα smartwatches ή «έξυπνα ρολόγια» είναι φορητά ηλεκτρονικά ρολόγια, τα οποία έχουν επιπλέον λειτουργίες πέραν από την ένδειξη της ώρας. Πολλά από αυτά θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως «μικρά» κινητά εξαιτίας των πολλών εξελιγμένων δυνατοτήτων που διαθέτουν. Μπορούν να συνδεθούν με τα smartphones μέσω διαφόρων τεχνολογιών, όπως Bluetooth ή Wi-Fi και μπορούν να περιέχουν μια πληθώρα από αισθητήρες όπως επιταχυνσιόμετρο, βαρόμετρο, καρδιακών παλμών και θερμοκρασίας. Μέσω αυτών ο χρήστης μπορεί να λάβει διάφορες πληροφορίες όπως είναι η μέτρηση των βημάτων του ή η μέτρηση των καρδιακών του παλμών.

Α΄.2 Χρήση των Smartwatches

Τα smartwatches [1] μπορούν να χρησιμοποιηθούν από όλο τον πληθυσμό χωρίς εξαιρέσεις. Οι πολλές λειτουργίες τους βοηθούν στη διεκπεραίωση καθημερινών αναγκών ενός απλού χρήστη ή επαγγελματία, αλλά και κάποιου ατόμου διαφορετικής κατηγορίας όπως, για παράδειγμα, ενός αθλητή. Το ποικίλο φάσμα λειτουργιών που διαθέτουν, είτε οι απλές, είτε οι πιο προηγμένες, επιτρέπουν σε κάθε άτομο που τα αξιοποιεί να επωφελείται από τη χρήση τους.

Κάποιες βασικές λειτουργίες των smartwatches που χρησιμοποιεί ένας χρήστης καθημερινά είναι :

1. Απάντηση Κλήσεων: Τα smartwatches επιτρέπουν στον χρήστη να απαντά σε κλήσεις που λαμβάνει στο κινητό του, είτε μέσω ενσωματωμένης κάρτας SIM στο ρολόι, είτε μέσω ασύρματης σύνδεσης με το κινητό του τηλέφωνο.
2. Απάντηση Μηνυμάτων και E-mail: Ο χρήστης μπορεί να απαντά σε μηνύματα κειμένου και email από διάφορες πλατφόρμες επικοινωνίας, όπως SMS, Messenger και WhatsApp, από τα ίδια τα smartwatches.
3. Ημερολόγιο και Υπενθυμίσεις: Ο χρήστης μπορεί να συγχρονίσει το smartwatch με το ημερολόγιό του και να λαμβάνει υπενθυμίσεις για σημαντικά γεγονότα και ραντεβού.

4. Ενημέρωση μέσω Εφαρμογών: Τα smartwatches προσφέρουν πρόσβαση σε διάφορες εφαρμογές, όπως πρόγνωση καιρού, χάρτες και ειδήσεις, παρέχοντας έτσι στον χρήστη άμεση ενημέρωση.
5. Παρακολούθηση Δραστηριότητας: Τα smartwatches μπορούν να καταγράψουν τα βήματα του χρήστη, την κατανάλωση των συνολικών του θερμίδων ενώ ο χρήστης μπορεί, μέσω αυτού, να παρακολουθήσει διάφορες από τις φυσικές του δραστηριότητες που εκτελεί. Έτσι του παρέχονται σημαντικές πληροφορίες για την υγεία και τη φυσική του κατάσταση.
6. Έλεγχος Μουσικής: Γίνεται μέσω των smartwatches σε σύνδεση με το κινητό τηλέφωνο του χρήστη. Ακόμη, σε κάποιες συγκεκριμένες περιπτώσεις τα smartwatches μπορούν να αποθηκεύσουν και αυτόνομα αρχεία μουσικής.

Α'.3 Κυριότερες κατηγορίες Smartwatches

Τα smartwatches ταξινομούνται σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με τις δυνατότητες και τις λειτουργίες τους. Ορισμένες από τις κυριότερες κατηγορίες είναι οι παρακάτω:

1. Smartwatches Γενικής Χρήσης: Είναι τα έξυπνα ρολόγια που προσφέρουν ένα ευρύ φάσμα λειτουργιών. Επιλέγονται από το ευρύτερο κοινό χωρίς ορισμένες απαιτήσεις σε ένα συγκεκριμένο τομέα. Παρέχουν ένα μεγάλο εύρος εφαρμογών και λειτουργίες όπως αποστολή ειδοποιήσεων, πρόσβαση στο διαδίκτυο και αναπαραγωγή μουσικής.
2. Fitness Trackers ή Sportwatches: Τα συγκεκριμένα smartwatches απευθύνονται κυρίως στο κοινό που ασχολείται με την αθλητική δραστηριότητα. Διαθέτουν μια πληθώρα από αισθητήρες όπως GPS, αισθητήρα καρδιακών παλμών, επιταχυνσιόμετρο και οξύμετρο. Κύρια λειτουργία τους είναι η καταγραφή της αθλητικής δραστηριότητας χρησιμοποιώντας τους αισθητήρες. Τα περισσότερα έξυπνα ρολόγια της συγκεκριμένης κατηγορίας δίνουν τη δυνατότητα στον χρήστη να παραμετροποιεί τα δεδομένα που επιθυμεί να βλέπει στο έξυπνο ρολόι του κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας. Επίσης, μια άλλη θεμελιώδης λειτουργία είναι η ακριβής μέτρηση της ποιότητας του ύπνου.
3. Smartwatches για επαγγελματική χρήση: Στόχος των συγκεκριμένων έξυπνων ρολογιών είναι η διευκόλυνση ενός επαγγελματία. Έχουν σχεδιαστεί για να προσφέρουν πρόσβαση σε ημερολόγια, ειδοποιήσεις, σχετικές με τον τομέα της εργασίας, και διάφορες εφαρμογές με επαγγελματικό περιεχόμενο.

A'.4 WearOS και WatchOS λειτουργικά

Τα δύο πιο δημοφιλή λειτουργικά των smartwatches είναι το WearOS και το WatchOS, τα οποία έχουν σχεδιαστεί από την Google και την Apple αντίστοιχα. Το κάθε λειτουργικό έχει τα δικά του χαρακτηριστικά και προσφέρουν διαφορετική εμπειρία στους χρήστες. Και τα δύο λειτουργικά αναβαθμίζονται συνεχώς και με κάθε νέα έκδοση λογισμικού προσφέρουν στους χρήστες νέες δυνατότητες, ενώ ταυτόχρονα αναβαθμίζεται και η απόδοση του έξυπνου ρολογιού.

Αρχικά, η Google ξεκίνησε τη λειτουργία του Android Wear το οποίο έπειτα μετονομάστηκε σε WearOS το 2014. Το WearOS [2] βασίζεται στο λειτουργικό σύστημα Android και συνδέεται κατά κύριο λόγο με smartphones που χρησιμοποιούν το ίδιο λειτουργικό σύστημα. Μέσω του Google Play Store προσφέρει στον χρήστη μια μεγάλη ποικιλία εφαρμογών για εγκατάσταση, ώστε να καλυφθούν διάφορες ανάγκες του. Επιπλέον μπορεί να επιλεγεί η πρόσοψη ρολογιού που είναι πιο επιθυμητή μέσα από μια τεράστια βάση. Το συγκεκριμένο λειτουργικό το χρησιμοποιούν συνήθως οι πιο «premium» συσκευές όπως είναι το Samsung Galaxy Watch 6.



Σχήμα Α'. 1: Το Logo του WearOS [46]

Το WatchOS [3] της Apple κυκλοφόρησε το 2015 για χρήση αποκλειστικά στα smartwatches της Apple, τα Apple Watch. Το συγκεκριμένο λειτουργικό δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να εκμεταλλευτεί πλήρως το οικοσύστημα της Apple. Το WatchOS και τα έξυπνα ρολόγια έχουν σχεδιαστεί για αποκλειστική χρήση με συμβατές συσκευές της Apple, όπως είναι το iPhone. Δεν υπάρχει η δυνατότητα να συνδεθούν σε κάποιο άλλο λειτουργικό κινητού τηλεφώνου, όπως παραδείγματος χάρη το Android. Η Apple με τη δημιουργία του WatchOS έχει εστιάσει σημαντικά στην παρακολούθηση της υγείας του χρήστη. Διαθέτει εξελιγμένους τρόπους παρακολούθησης της καρδιάς όπως είναι το ηλεκτροκαρδιογράφημα, αλλά και

αρκετές ποιοτικές μετρήσεις ύπνου και δραστηριότητας. Γενικός στόχος στο συγκεκριμένο λειτουργικό, πέρα από τη λήψη ειδοποιήσεων, είναι η βελτίωση της υγείας του χρήστη.



Σχήμα Α΄. 2: To Apple Watch Ultra [47]

Πολλοί κατασκευαστές χρησιμοποιούν και σχεδιάζουν οι ίδιοι διαφορετικά λειτουργικά συστήματα προσαρμοσμένα στις ανάγκες του εκάστοτε κοινού. Για παράδειγμα, στα έξυπνα ρολόγια που χρησιμοποιούνται για αθλητικό σκοπό, κατά κύριο λόγο, το λειτουργικό έχει κατασκευαστεί από τον κατασκευαστή του ίδιου του ρολογιού και δεν χρησιμοποιείται κάποιο γενικό λειτουργικό σύστημα όπως το WearOs. Έτσι, δημιουργείται ένα εξατομικευμένο ρολόι προσαρμοσμένο στις ανάγκες και τις προτιμήσεις του κάθε πελάτη.

Α΄.5 Αθλητικά ρολόγια

Μια επιπρόσθετη κατηγορία των smartwatches είναι τα fitness watches [4] ή «sportwatches» [5]. Αυτά τα ρολόγια σχεδιάζονται για αθλητικό σκοπό και το κύριο κοινό που τα αξιοποιεί είναι οι αθλητές, οι ερασιτέχνες και οι επαγγελματίες. Τα συγκεκριμένα ρολόγια διαθέτουν χαρακτηριστικά και λειτουργίες που δεν περιέχονται στα «κλασικά» smartwatches. Κύριο χαρακτηριστικό τους είναι η καταγραφή αθλητικής δραστηριότητας με τη χρήση βασικών αισθητήρων, οι οποίοι καθορίζονται ανάλογα με το μοντέλο, όπως είναι το GPS και το βαρόμετρο. Υπάρχουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα σε αυτή την κατηγορία και τα απλά έξυπνα ρολόγια, τα οποία συνήθως κάνουν καταγραφή αθλητικών δραστηριοτήτων. Η ακρίβεια των μετρήσεων στα αθλητικά smartwatches είναι πολύ μεγαλύτερη καθώς χρησιμοποιούνται άλλες πιο

προηγμένες τεχνολογίες όπως το multi-band GPS [6]. Επίσης τα «αθλήματα» που υπάρχουν διαθέσιμα, σε αυτά, για καταγραφή είναι πολύ περισσότερα από τα απλά έξυπνα ρολόγια. Ένα ακόμα μεγάλο πλεονέκτημα των αθλητικών ρολογιών είναι η μεγάλη διάρκεια της ζωής της μπαταρίας. Σε μερικά sportwatches η διάρκεια της μπαταρίας μπορεί να φτάσει έως και τις 60 μέρες με καταγραφή δραστηριοτήτων, ενώ πολλά από τα μοντέλα εξοπλίζονται και με solar panel για επιπλέον μπαταρία με φόρτιση από τον ήλιο. Διαθέτουν μεγαλύτερες πιστοποιήσεις για αντοχή σε σκληρή χρήση, καθώς και σε αδιαβροχοποίηση. Δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να συνδέσει εξωτερικούς «αισθητήρες», όπως είναι η ζώνη παλμογράφου για ακόμα πιο ακριβείς μετρήσεις σε σύγκριση με τον παλμογράφο που διαθέτει το ίδιο το ρολόι. Παρακάτω θα γίνει μια μικρή ανάλυση για την προσέγγιση τεσσάρων βασικών κατασκευαστών των Sportwatches.

1. Η Garmin ίσως είναι ο πιο δημοφιλής κατασκευαστής Sportwatches παγκοσμίως και παρέχει μια μεγάλη γκάμα επιλογής Sportwatches ανάλογα με τις ανάγκες του κάθε χρήστη. Κύριο χαρακτηριστικό τους είναι η σύνδεση με τις υπηρεσίες Garmin connect και Garmin connect mobile, καθώς προσφέρονται στον χρήστη εκτεταμένες πληροφορίες και αναλύσεις για την απόδοση του αθλητή, τη φυσική του κατάσταση και συμβουλές με στόχο την αύξηση τους.
2. Η Suunto ξεχωρίζει για τα ρολόγια υψηλής ποιότητας που κατασκευάζει, με την πλειονότητα της γκάμας της να είναι χειροποίητα και κατασκευασμένα στη Φινλανδία. Διαθέτουν πολύ καλή λεπτομέρεια και ανθεκτικότητα, αντέχουν και τις πιο ακραίες καιρικές συνθήκες και δραστηριότητες. Εξάλλου έχει κερδίσει τη φήμη μεταξύ των αθλητών για την ανθεκτικότητά τους και την αξιοπιστία τους κατά τις αθλητικές τους περιπέτειες.
3. Η Coros είναι μια νέα εταιρία στον χώρο, έχοντας κάνει την εμφάνισή της σχετικά πρόσφατα, μόλις το 2014, αλλά έχει ξεχωρίσει και έχει φημιστεί σε σύντομο χρονικό διάστημα. Εστιάζει στη μεγάλη διάρκεια της μπαταρίας, χωρίς να διαθέτει περίπλοκες επιλογές και χαρακτηρίστηκα. Όμως παράλληλα, τα smartwatches περιέχουν επαρκείς λειτουργίες και αξιόπιστες καταγραφές προς τις αθλητικές δραστηριότητες των αθλητών. Συνήθως προσφέρει και τις πιο οικονομικές επιλογές σε σύγκριση με τους υπόλοιπους τρεις μεγάλους κατασκευαστές.
4. Η Polar για χρόνια πρόσφερε την καλύτερη ανάλυση δεδομένων. Πλέον δεν είναι μόνη, καθώς και η Garmin έχει εξελιχθεί πολύ στον συγκεκριμένο

κλάδο. Κύρια έμφαση όμως δίνεται στην παρακολούθηση των καρδιακών παλμών και στην ανάλυση της φυσικής κατάστασης μέσω αυτού.



Σχήμα Α'. 3: Διάφορα Sportwatches [48]

Α'.6 Λοιπές κατηγορίες

Στην αγορά κυκλοφορούν και άλλες διαφορετικές επιλογές. Για παράδειγμα, τα band της Xiaomi που μπορούν να χαρακτηριστούν σαν activity trackers ή «μικρά» smartwatches, καθώς βασίζονται σε περιορισμένες λειτουργίες και έχουν μικρό μέγεθος. Επίσης, κάποιες άλλες κατασκευές που χαρακτηρίζονται ως wearables και όχι smartwatches είναι η συσκευή καταγραφής ύπνου της Whoop.

Κεφάλαιο Β΄

Λειτουργίες των Smartwatches

Β΄.1 Καθημερινές λειτουργίες και εφαρμογές των Smartwatches

Τα έξυπνα ρολόγια προσφέρουν μια ευρεία γκάμα καθημερινών λειτουργιών και εφαρμογών που έχουν ως στόχο τη βελτίωση της εμπειρίας του χρήστη, καθώς και τη διευκόλυνση της καθημερινότητάς του. Παρακάτω θα γίνει μια εκτενής ανάλυση στις βασικές λειτουργίες των smartwatches και στον τρόπο της βελτίωσης της εμπειρίας του χρήστη.

Β΄.1.1 Κλήσεις και απαντήσεις σε μηνύματα

Μια από τις πιο εύχρηστες λειτουργίες των smartwatches είναι η εύκολη και γρήγορη απάντηση σε τηλεφωνικές κλήσεις. Αν ο χρήστης δεν επιθυμεί ή δεν είναι σε θέση να χρησιμοποιήσει το κινητό του τηλέφωνο μπορεί να λάβει μια εισερχόμενη κλήση στο smartwatch του μέσω της ασύρματης σύνδεσης μεταξύ του έξυπνου ρολογιού και του κινητού με τη χρήση της τεχνολογίας Bluetooth [7], [8]. Στην κλήση [1] η συνομιλία μπορεί να γίνει είτε με το ενσωματωμένο ηχείο και μικρόφωνο, που διαθέτουν πλέον τα περισσότερα έξυπνα ρολόγια, είτε με κάποιο συνδεδεμένο ακουστικό Bluetooth. Σε περίπτωση που ο χρήστης αδυνατεί να απαντήσει μπορεί να απορρίψει την κλήση. Επιπλέον σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να απαντήσει με ένα προκαθορισμένο μήνυμα που έχει δημιουργήσει ο ίδιος για το έξυπνο ρολόι του.

Όσον αφορά την κατηγορία των μηνυμάτων υποστηρίζεται η ανάγνωση σε μηνύματα κειμένου και ειδοποιήσεων από διάφορες εφαρμογές. Επιπρόσθετα, την τωρινή στιγμή, ένας χρήστης έχει την ικανότητα να απαντήσει στα μηνύματα με διάφορες εναλλακτικές, όπως με τη χρήση του πληκτρολογίου στην οθόνη του έξυπνου ρολογιού. Ωστόσο, ο τρόπος αυτός επιφέρει δυσκολίες, καθώς έχει μικρή οθόνη. Γι' αυτό περισσότερο εύχρηστη είναι η χρήση κάποιας τεχνολογίας όπως το Google Assistant [9], στην οποία ο χρήστης μιλάει κανονικά και το ρολόι, μέσω του μικροφώνου και της υπηρεσίας Google Assistant μετατρέπει σε κείμενο την ομιλία του. Όταν ο χρήστης σταματήσει να ομιλεί μπορεί να ελέγξει το κείμενο και να πατήσει αποστολή του μηνύματος. Σε ορισμένους κατασκευαστές υπάρχει η επιλογή διαφορετικών προκαθορισμένων απαντήσεων στα μηνύματα, όπως για παράδειγμα

«Σε ευχαριστώ για το μήνυμα». Ενδεικτικές απαντήσεις παρατίθενται και στην παρακάτω εικόνα.

NOTIFICATION QUICK REPLIES

Edit quick replies you can send from your watch.

Yes

No

Thanks!

I'm exercising.

I can't talk right now.

Σχήμα Β'. 1: Τα Quick Replies στην εφαρμογή της Suunto

Σε συγκεκριμένες συσκευές, συνήθως στις «premium», διατίθεται επίσης και η δυνατότητα ενσωμάτωσης SIM [10] που καθιστά τις συσκευές ακόμα πιο εκτεταμένες. Τα smartwatches που διαθέτουν SIM μπορούν να δεχθούν κλήσεις και μηνύματα χωρίς περιορισμούς από τη σύνδεση του ρολογιού με το κινητό τηλέφωνο. Με αυτή τη δυνατότητα προσφέρεται μια ολοκληρωμένη εμπειρία επικοινωνίας και σύνδεσης οπουδήποτε και ανά πάσα στιγμή.

Β'.1.2 Εφαρμογές Πολυμέσων

Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας οι εφαρμογές πολυμέσων [11] για τα smartwatches γίνονται ολοένα και πιο προηγμένες και ποικίλες προσφέροντας έτσι ένα ευρύ φάσμα λειτουργιών και επιλογών στον χρήστη. Ο χρήστης μπορεί να έχει πρόσβαση απευθείας από τον καρπό του στην προβολή και επεξεργασία του περιεχομένου όπως είναι η μουσική, οι φωτογραφίες και η προβολή μικρών βίντεο.

Μια από τις πιο σημαντικές εφαρμογές πολυμέσων είναι η σχετιζόμενη με τη μουσική. Ο χρήστης μπορεί να ελέγξει τη μουσική του από το ρολόι του χωρίς περιορισμούς

χρήσης κάποιας ορισμένης πλατφόρμας. Σχεδόν όλες οι πλατφόρμες αναπαραγωγής μουσικής, όπως το Spotify [12], παρέχουν εφαρμογές και για τα έξυπνα ρολόγια. Ο χειρισμός μπορεί να γίνει είτε με τη σύνδεση του ρολογιού στο κινητό τηλέφωνο, που ουσιαστικά η μουσική αναπαράγεται από την κινητή συσκευή, είτε με την αναπαραγωγή της μουσικής κατευθείαν από το smartwatch. Υπάρχουν smartwatches στην αγορά τα οποία παρέχουν τη δυνατότητα αποθήκευσης μουσικής στην ίδια τη συσκευή. Αυτή η λειτουργία δεν απαιτεί από τον χρήστη να συνδεθεί στο κινητό ή στο διαδίκτυο. Ένας ακόμα τρόπος αναπαραγωγής είναι η δυνατότητα με streaming υπηρεσίες μουσικής όπως το Spotify ή το Apple Music. Όμως, απαραίτητη προϋπόθεση σε αυτή την περίπτωση είναι η σύνδεση των smartwatches στον ιστό, είτε με χρήση Wi-Fi είτε με δεδομένα κινητής τηλεφωνίας.



Σχήμα Β'. 2: Η διαχείριση της μουσικής στο Apple Watch [47]

Με τις εφαρμογές φωτογραφιών επιτρέπεται στους χρήστες να προβάλλουν φωτογραφίες τις οποίες έχουν αποθηκεύσει μέσω αποστολής από το smartphone τους ή μέσω απευθείας σύνδεσης με τη τηλεφωνική συσκευή. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να φέρουν τις αγαπημένες τους φωτογραφίες πάντα μαζί τους και να τις προβάλλουν με ευκολία και άνεση. Μερικές εφαρμογές πραγματοποιούν ανά διαστήματα αναδρομές σε παλαιότερες φωτογραφίες και τις εμφανίζουν με μια ειδοποίηση στον χρήστη. Επιπρόσθετα, μπορούν να δημιουργηθούν αυτόματα άλμπουμ από φωτογραφίες με συγκεκριμένες παραμέτρους, δηλαδή με κάποιον φίλο ή σε κάποια τοποθεσία.



Σχήμα Β'. 3: Φωτογραφίες σε Smartwatch [47]

Στο κομμάτι των βίντεο επικρατούν αρκετοί περιορισμοί διότι τα περισσότερα smartwatches δεν προσφέρουν τη δυνατότητα αναπαραγωγής βίντεο, λόγω της μικρής οθόνης και της περιορισμένης επεξεργαστικής ισχύς που έχουν. Παρ' όλα αυτά ορισμένα προηγμένα smartwatches επιτρέπουν την προβολή σύντομων βίντεο και την προβολή κινούμενων εικόνων. Όμως, συνήθως έχουν μικρή διάρκεια και χαμηλή ανάλυση εξαιτίας των προαναφερθέντων προβλημάτων.

B'.1.3 NFC

Το NFC [13] είναι μια τεχνολογία επικοινωνίας που επιτρέπει την ασύρματη μεταφορά δεδομένων ανάμεσα σε δύο συσκευές που τοποθετούνται πολύ κοντά μεταξύ τους, σχεδόν εφάπτονται. Είναι μια δημοφιλής τεχνολογία, αφού συναντάται σε πολλαπλές εφαρμογές διάφορων τομέων μεταξύ αυτών και στα smartwatches. Λειτουργεί μέσω ενός πολύ μικρού συστήματος το οποίο απαιτεί μια μόνο μια κεραία και μια πηγή κεραίας.

Όλες οι συσκευές που διαθέτουν NFC μπορούν να λειτουργήσουν είτε ως NFC Reader, διαβάζοντας πληροφορίες από άλλες συσκευές, είτε ως NFC Tag, εκπέμποντας πληροφορίες προς άλλες συσκευές. Με αυτόν τον τρόπο, όταν δύο συσκευές NFC έρχονται κοντά μεταξύ τους, μπορούν να ανταλλάξουν δεδομένα γρήγορα και με ασφάλεια.



Σχήμα Β'. 4: Το Logo του NFC [49]

Με τη συγκεκριμένη τεχνολογία μπορούν να γίνουν πληρωμές με άνεση χωρίς να είναι απαραίτητη η χρήση πιστωτικής κάρτας. Η δυνατότητα αυτή είναι εφικτή εφόσον ο χρήστης έχει συσκευή που υποστηρίζει NFC, ώστε να συνδέσει την κάρτα του με αυτή. Επομένως δύναται να πραγματοποιήσει αγορές και πληρωμές κατευθείαν από τη συσκευή. Με τη συμβολή αυτής της τεχνολογίας επήλθε και η εξέλιξη μιας κατηγορίας καρτών που είναι διαθέσιμες μόνο σε ψηφιακή μορφή και όχι απαραίτητα σε φυσική. Λόγου χάρι η Revolut προσφέρει ηλεκτρονικές κάρτες χωρίς την ανάγκη ύπαρξης φυσικής κάρτας. Έτσι ολοκληρώνονται διάφορες πληρωμές, όπως αγορές στο super market ή πληρωμή θέσης parking γρήγορα και εύκολα. Αν και η κύρια σύνδεση της τεχνολογίας NFC είναι οι πληρωμές δεν είναι η μόνη λειτουργία που διαθέτει. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί με άλλα έξυπνα συστήματα, όπως είναι τα έξυπνα σπίτια, τα αυτοκίνητα ή και με συσκευές εντός αυτών, για παράδειγμα για να ξεκλειδωθεί μια πόρτα. Είναι συχνή η χρήση της για την είσοδο σε εκδηλώσεις ως εισιτήρια, πολιτιστικά γεγονότα ή και σε μέσα μαζικής μεταφοράς.

Στα smartwatches η παρουσία και ενσωμάτωση της τεχνολογίας NFC είναι μια φοβερή έξυπνη και εξαιρετική ιδέα για πολλούς λόγους. Καταρχάς επιτρέπεται η εύκολη και γρήγορη ανταλλαγή δεδομένων με άλλες συσκευές που διαθέτουν NFC με έναν ασφαλή τρόπο. Ο χρήστης που διαθέτει ένα smartwatch με NFC μπορεί να το χρησιμοποιήσει με πολλούς τρόπους ώστε να εξοικονομήσει χρόνο, με μια απλή κίνηση, το ανέβασμα του καρπού του. Δεν απαιτείται να ανοίξει το κινητό του με απότοκο να κάνουν αγορές, να εισέρχονται σε συναυλίες κ.α. ταχύτατα.



Σχήμα Β'. 5: Πληρωμή με Smartwatch

Β'.2 Ιατρικές λειτουργίες

Στα αρχικά βήματα των smartwatches δεν ήταν κύριο ενδιαφέρον η προσαρμογή ιατρικών λειτουργιών. Οι πρώτοι σχεδιασμοί προσέφεραν κυρίως βασικές λειτουργίες, δηλαδή ειδοποιήσεις για κλήσεις και μηνύματα. Δεν υπήρχαν ούτε οι βασικοί αισθητήρες για την καταγραφή δεδομένων υγείας που συναντώνται στα σημερινά ρολόγια, όπως η δυνατότητα καταγραφής καρδιακού παλμού.

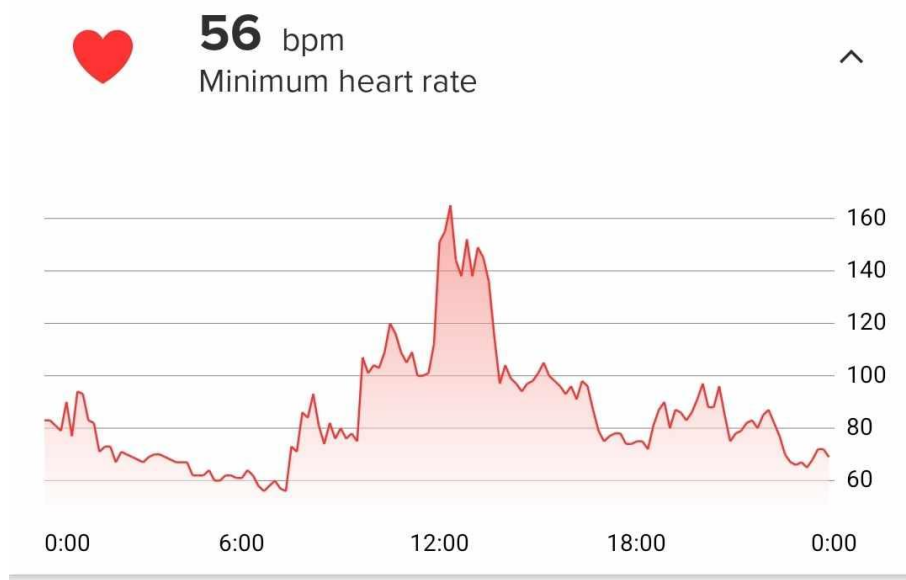
Ωστόσο, με την πάροδο του χρόνου και την εξέλιξη της τεχνολογίας τα smartwatches ξεκίνησαν να εντάσσουν περισσότερες ιατρικές πληροφορίες. Η ολοένα και μεγαλύτερη απαίτηση των καταναλωτών, σχετικά με πληροφορίες για την κατάσταση της υγείας και της φυσικής τους κατάστασης, ώθησε τους κατασκευαστές να ανταποκριθούν σε αυτή τη ζήτηση. Στα smartwatches προστίθενται συνεχώς όλο και περισσότερες ιατρικές λειτουργίες [14] και προηγμένοι αισθητήρες υγείας. Ακόμη, οι κατασκευαστές σε συνεργασία με επιστήμονες του ιατρικού τομέα ανέπτυξαν μεθόδους για την ανάλυση των δεδομένων που συλλέγονται, δίνοντας στους χρήστες προσαρμοσμένες κατανοητές πληροφορίες και συμβουλές για τη βελτίωση της κατάστασης της υγείας και της ευεξίας τους.

Πλέον, τα smartwatches παρέχουν μια πληθώρα ιατρικών λειτουργιών. Μπορούν να έχουν αισθητήρα καρδιακού παλμού, που δεν προσφέρει μόνο απλή καταγραφή παλμών, αφού μερικά smartwatches προσφέρουν και άλλες εξελιγμένες λειτουργίες όπως το Ηλεκτροκαρδιογράφημα ή πληροφορίες για το Heart Rate Variability, αισθητήρα οξυγόνου αίματος και αρτηριακής πίεσης. Με τη διαρκή πάροδο του

χρόνου κυκλοφορούν νέες εξελιγμένες λειτουργίες. Γι' αυτό δεν έχει φθάσει στην κορύφωση ο συγκεκριμένος κλάδος ενώ ακόμη υπάρχουν πολλά περιθώρια βελτίωσης.

Β'.2.1 Καρδιακοί παλμοί

Η παρακολούθηση των καρδιακών παλμών προσφέρει πολλαπλά οφέλη στον χρήστη. Πλέον έχει υιοθετηθεί η τεχνολογία καρδιακών παλμών σε όλα τα smartwatches [15]. Μια από τις κύριες δυνατότητες είναι η παρατήρηση των καρδιακών παλμών σε πραγματικό χρόνο, αφού οι αισθητήρες επιτρέπουν στο άτομο να έχει άμεση πληροφόρηση σχετικά με τον καρδιακό του ρυθμό κατά τη διάρκεια όλης μέρας είτε κατά την άσκηση, είτε κατά την ανάπαυση. Επίσης, υπάρχει και η δυνατότητα να παρακολουθείται ο καρδιακός ρυθμός 24 ώρες τη μέρα. Με αυτό το τρόπο δεν είναι απαραίτητο ο χρήστης να ελέγχει χειροκίνητα κάθε φορά τον καρδιακό του παλμό, αλλά γίνεται αυτόματα μέσω των smartwatches ενώ ταυτόχρονα είναι δυνατή η αποθήκευση των δεδομένων στο ρολόι. Ο χρήστης μπορεί να δει τα καταγεγραμμένα δεδομένα και στο κινητό του για καλύτερη ανάλυση. Με την ανάλυση των δεδομένων μπορούν να δοθούν κάποια προειδοποιητικά σημάδια για καρδιακές ανωμαλίες, όπως είναι η βραδυκαρδία και ταχυκαρδία, προσφέροντας στον χρήστη την προειδοποίηση να αναζητήσουν ιατρική συμβουλή εγκαίρως.



Σχήμα Β'. 6: Γράφημα Καρδιακών Παλμών από Smartwatch

Κάποια smartwatches, επίσης, εάν παρατηρήσουν σημάδια βραδυκαρδίας ή ταχυκαρδίας θα στείλουν ειδοποίηση στον χρήστη για επικίνδυνους παλμούς, είτε αυτοί είναι χαμηλοί είτε υψηλοί. Για παράδειγμα, η Apple στα Apple Watches [15] παρέχει μια τέτοια λειτουργία. Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται η ειδοποίηση που θα λάβει ο χρήστης εάν εντοπιστούν υψηλοί παλμοί για μεγάλο χρονικό διάστημα σε

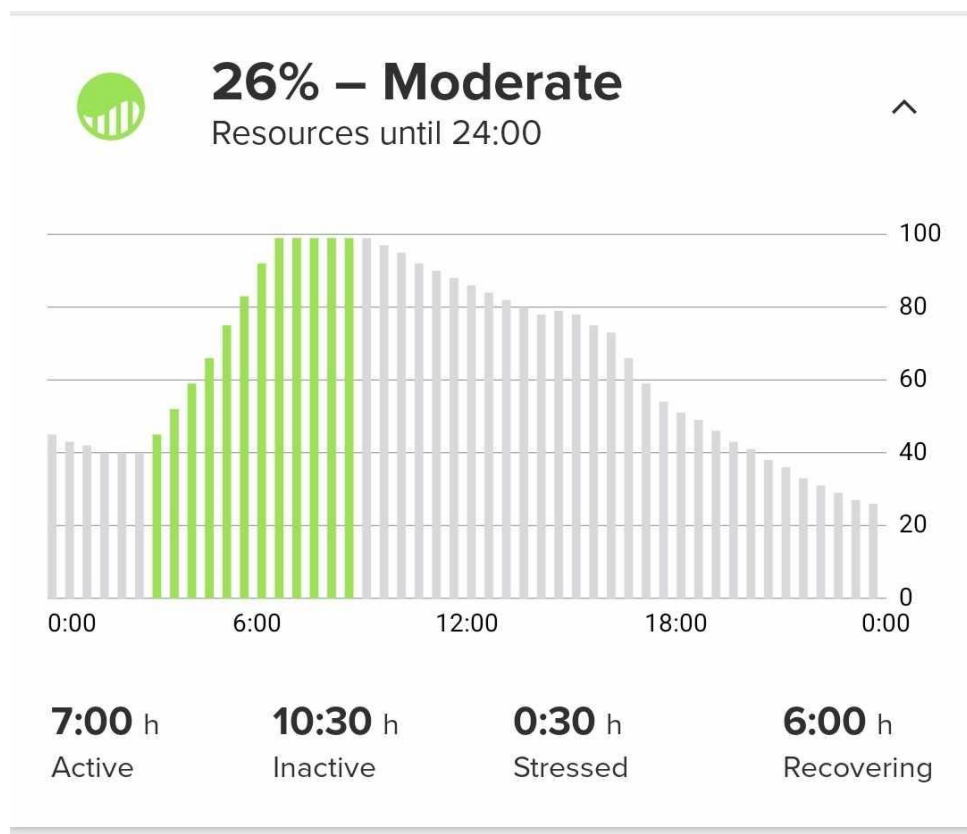
μια ανενεργή κατάσταση, δηλαδή όταν αυτός δεν βρίσκεται σε έντονη σωματική δραστηριότητα, όπως είναι το τρέξιμο.



Σχήμα Β'. 7: Ειδοποίηση για Υψηλούς Παλμούς [47]

Από την καταγραφή των καρδιακών παλμών ο χρήστης μπορεί να αναλύσει και άλλες υγειονομικές πληροφορίες. Παραδείγματος χάρη πόσο επηρεάζει η κατανάλωση αλκοόλ τους καρδιακούς του παλμούς και μια γενικότερη ανάλυση τάσεων, ώστε να παίρνει αποφάσεις που θα του προσφέρουν έναν πιο υγιεινό τρόπο ζωής.

Επιπρόσθετα, το στρες [16] του χρήστη υπολογίζεται μέσω των καρδιακών παλμών. Τα smartwatches περιέχουν αλγορίθμους που αναλύουν τα δεδομένα που συλλέγονται, σε πραγματικό χρόνο. Το στρες υπολογίζεται με τη χρήση διαφόρων δεδομένων, όπως ο καρδιακός παλμός σε κατάσταση ηρεμίας. Σε περίπτωση που ο χρήστης βρίσκεται σε δραστηριότητα το ρολόι το αντιλαμβάνεται. Κάποια smartwatches, όπως είναι αυτά της Suunto, υπολογίζουν τα resources του χρήστη, τα οποία επηρεάζονται από την ξεκούραση, την αθλητική δραστηριότητα και το άγχος. Είναι εμφανή στην παρακάτω εικόνα πως τα resources είναι υψηλά το πρωί και κατά τη διάρκεια της νύχτας, λόγω της ξεκούρασης, ενώ στη συνέχεια κατά κύριο λόγο πέφτουν, καθώς ο χρήστης περνάει από διάφορες καταστάσεις όπως είναι διάφορες δραστηριότητες αθλητικές ή μη και άγχος.



Σχήμα Β'. 8: Γράφημα Resources στο App της Suunto

Β'.2.2 Μέτρηση ηλεκτροκαρδιογραφήματος

Το ηλεκτροκαρδιογράφημα (ECG) [17] είναι μια ιατρική εξέταση στην οποία γίνεται καταγραφή των ηλεκτρικών δυναμικών που παράγονται από τον καρδιακό μυ. Έχει υψηλή ιατρική αξία και είναι από τα βασικότερα διαγνωστικά εργαλεία της καρδιολογίας. Η εξέταση μετράει τον χρόνο και την ένταση των ηλεκτρικών σημάτων που προκαλούνται από τους καρδιακούς ρυθμούς.

Τα τελευταία χρόνια έχει αρχίσει να ενσωματώνεται η συγκεκριμένη εξέταση και στα smartwatches [18], επιτρέποντας στους χρήστες να παρακολουθούν την καρδιακή τους λειτουργία σε πραγματικό χρόνο και συχνά να εντοπίζουν πιθανά υπαρκτά προβλήματα. Η συγκεκριμένη τεχνολογία μπορεί να βοηθήσει τους χρήστες να ζητήσουν νωρίτερα ιατρική βοήθεια και να γίνει ανίχνευση τυχόν καρδιακών προβλημάτων, μειώνοντας έτσι τον κίνδυνο για σοβαρές επιπλοκές.

Η Apple από το 2018 με τα μοντέλα Apple Watch Series 4 ενσωμάτωσε το Ηλεκτροκαρδιογράφημα στα κύρια smartwatches της. Οι ακριβείς μετρήσεις του αλγορίθμου για ανίχνευση της πάθησης Κολπική Μαρμαρυγή έχουν λάβει έγκριση από τον FDA των Ηνωμένων Πολιτειών. Η προσθήκη της λειτουργίας ECG στα Apple Watches αποτελεί μια αξιοσημείωτη πρόοδο για την παρακολούθηση ιατρικών

δεδομένων μέσω φορητών συσκευών, καθώς δίνεται στον χρήστη ένα ισχυρό εργαλείο για τον εντοπισμό τυχόν προβλημάτων. Όμως, είναι μείζονος σημασίας να αναγνωρίζει ο χρήστης ότι προσφέρονται οι ενδείξεις μόνο για την ανίχνευση και την προειδοποίηση τυχόν προβλημάτων και δεν θα πρέπει να υπάρχει πλήρης εμπιστοσύνη στα εργαλεία. Είναι απαραίτητο να μην αντικαθίστανται οι φυσικοί ιατρικοί έλεγχοι και η πλήρης εξέταση ECG με πολλαπλά ηλεκτρόδια, καθώς παρέχει μια ολοκληρωμένη εικόνα της καρδιακής δραστηριότητας.

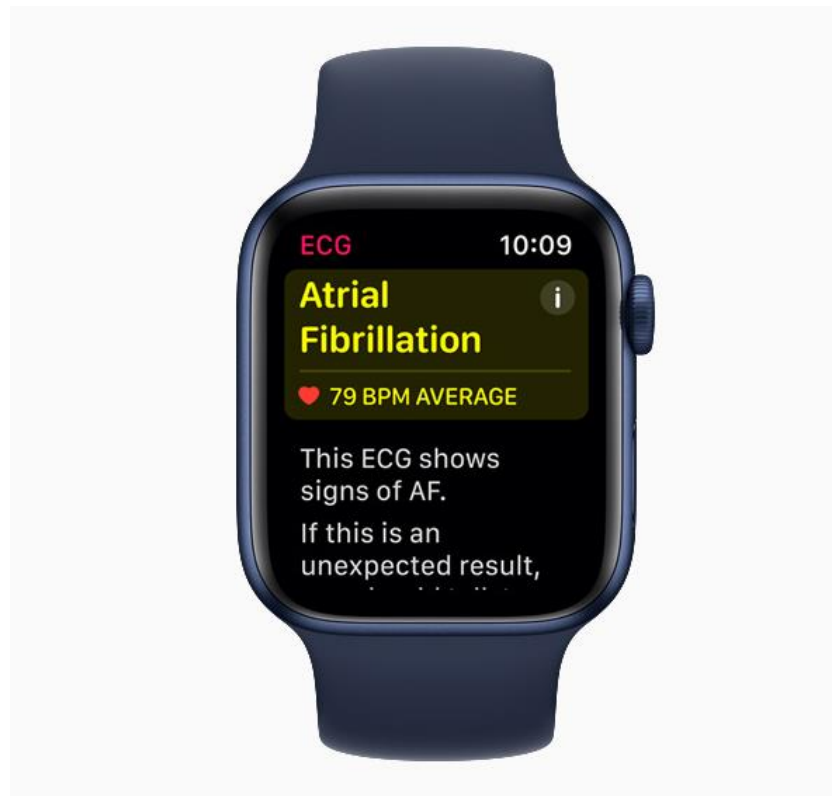
Τα Apple Watches χρησιμοποιούν 2 σημεία καταγραφής, το ένα ηλεκτρόδιο που είναι ενσωματωμένο στο πίσω μέρος του ρολογιού και το οποίο έρχεται σε επαφή με τον καρπό και το δεύτερο βρίσκεται στο Digital Crown. Για να γίνει η μέτρηση ο χρήστης πρέπει να πάει στην εφαρμογή το ECG και στη συνέχεια να τοποθετήσει το δάχτυλο του στο Digital Crown για 30 δευτερόλεπτα. Αυτή η διάταξη δημιουργεί ένα κύκλωμα μέσω του σώματος και επιτρέπει στο Apple Watch να καταγράψει την ηλεκτρική δραστηριότητα της καρδιάς. Τα αποτελέσματα αποθηκεύονται με ασφάλεια στην εφαρμογή Apple Health και μπορούν να σταλούν σε γιατρούς και ειδικούς με τη μορφή PDF.



Σχήμα Β΄. 9: Απεικόνιση ενός χρήστη που κάνει ECG [47]

Με τα δεδομένα που συλλέγονται μπορεί να ανιχνευθούν μόνο οι αρρυθμίες της καρδιάς και η κοιλιακή μαρμαρυγή. Δυστυχώς, ακόμη δεν υπάρχει η δυνατότητα να ανιχνευθούν άλλες παθήσεις. Μετά το πέρας της διάρκειας του ελέγχου, που μπορεί να πραγματοποιηθεί σε εύρος από 50 έως 150 παλμούς ανά δευτερόλεπτο, ειδοποιείται ο χρήστης εάν παρατηρήθηκε φυσιολογική λειτουργία της καρδιάς ή κοιλιακή

μαρμαρυγή. Σε περίπτωση που εντοπιστεί ασυνήθιστη λειτουργία της καρδιάς με την ειδοποίηση προτείνει στον χρήστη να συμβουλευτεί άμεσα ιατρική βοήθεια. Επιπλέον άλλα πιθανά αποτελέσματα μπορεί να είναι μια ανεπαρκής καταγραφή ή ένα μη καταληκτικό αποτέλεσμα. Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται η ειδοποίηση που στέλνεται στον χρήστη σε περίπτωση που εμφανίζονται σημάδια κολπικής μαρμαρυγής.



Σχήμα Β'. 10: Ειδοποίηση για Κολπική Μαρμαρυγή [47]

Β'.2.3 Καταγραφή βημάτων και θερμίδων

Τα smartwatches διαθέτουν και τη δυνατότητα καταγραφής των βημάτων [19]. Ο χρήστης μπορεί να θέσει στόχο ημερήσιων βημάτων και να παρακολουθήσει την εξέλιξη του ανά τις ημέρες, τους μήνες ή και τα χρόνια. Ορισμένοι κατασκευαστές μετατρέπουν τα βήματα σε χιλιομετρική απόσταση, δίνοντας έτσι στον χρήστη την απόσταση που έχουν περπατήσει μέσα στην ημέρα ώστε να παροτρύνεται ο χρήστης να κινείται περισσότερο μέσα στην ημέρα. Κάποια smartwatches διαθέτουν λειτουργία για ειδοποίηση εάν παρατηρήσουν ότι ο χρήστης αναπαύεται για μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς να έχει σηκωθεί.

Επίσης, τα smartwatches περιέχουν την λειτουργία καταμέτρησης των θερμίδων. Υπολογίζονται οι θερμίδες BMR [20] δηλαδή οι θερμίδες που χρειάζεται το σώμα για να εκτελέσει βασικές λειτουργίες. Όταν το σώμα βρίσκεται σε ανάπαυση, αυτός ο

αριθμός είναι εξατομικευμένος στο προφίλ του κάθε ατόμου και υπολογίζεται από διάφορους τύπους. Ένας από τους πιο διαδεδομένους είναι ο Harris-Benedict, για τον υπολογισμό του BMR. Στον δοθέντα τύπο ζητείται το βάρος του χρήστη, το ύψος και η ηλικία του. Στην συνέχεια το ρολόι μέσω αλγορίθμων υπολογίζει τις ενεργές θερμίδες, την κατανάλωση δηλαδή των συγκεκριμένων θερμίδων [21] που μπορεί να προέλθει από κάποια άσκηση ή από τα βήματα που εκτελεί κάθε μέρα ο χρήστης. Το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό είναι πολύ χρήσιμο για τους χρήστες που παρακολουθούν την ημερήσια πρόσληψη και κατανάλωση θερμίδων για επίτευξη στόχων σχετικά με το βάρος τους.



Σχήμα Β'. 11: Κατανάλωση Θερμίδων και Βημάτων [50]

Β'.2.4 Μέτρηση πίεσης και οξυγόνου αίματος

Τα τελευταία χρόνια έχουν εμφανιστεί και λειτουργίες για τη μέτρηση της αρτηριακής πίεσης από πολλούς κατασκευαστές, αλλά το μοναδικό που έχει λάβει έγκριση από τον FDA είναι το Omron HeartGuide [22]. Το συγκεκριμένο smartwatch είναι γνωστό για τον πολύπλοκο σχεδιασμό του, καθώς περιλαμβάνει ένα φουσκωτό μανίκι, παρόμοιο με τα παραδοσιακά πιεσόμετρα, εξασφαλίζοντας πιο ακριβείς μετρήσεις. Με αυτή τη συσκευή οι χρήστες παρακολουθούν την αρτηριακή πίεση οποιαδήποτε χρονική στιγμή. Άλλη μια συσκευή είναι το Huawei Watch D που ενσωματώνει ένα ξεχωριστό λουράκι, η οποία έχει λάβει πιστοποίηση από την Κινέζικη Υπηρεσία Τροφίμων και

Φαρμάκων CFDA. Πέρα από αυτές τις δύο συσκευές υπάρχουν και άλλα smartwatches, όπως τα Samsung Galaxy Watch το οποίο έχει λάβει έγκριση από το Υπουργείο Ασφάλειας Τροφίμων και Φαρμάκων της Νότιας Κορέας MFDS [23]. Ωστόσο, είναι αναγκαίο να γίνει αρχική βαθμονόμηση με ένα κλασικό πιεσόμετρο και αυτή η διαδικασία απαιτείται να εκτελείται κάθε 28 μέρες [24]. Η συγκεκριμένη τεχνολογία προοδευτικά βελτιώνεται, αλλά δεν είναι διαθέσιμη παντού, καθώς απαιτείται έγκριση από τις αντίστοιχες ρυθμιστικές αρχές.



Σχήμα Β'. 12: Η Συσκευή Omron HeartGuide [51]

Κατά την διάρκεια του Covid-19 ένα από τα κύρια συμπτώματα του ιού ήταν η πτώση του οξυγόνου του αίματος. Έτσι, λόγω των συνθηκών αυξήθηκε το γενικό ενδιαφέρον για τη μέτρηση του οξυγόνου του αίματος από φορητές συσκευές. Πολλοί κατασκευαστές τοποθετούν σαν seller point μιας συσκευής τη δυνατότητα να μετρηθεί το οξυγόνο του αίματος μέσω ενός smartwatch που κατασκευάζουν. Για παράδειγμα, κάποια από τα πρόσφατα μοντέλα της Apple, Garmin και Samsung διαθέτουν αυτή τη λειτουργία. Η συγκεκριμένη τεχνολογία, ωστόσο, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί από όλους, καθώς σε δοκιμές που έχουν γίνει αποδείχθηκε ότι η σωστή και ακριβής μέτρηση επηρεάζεται από παράγοντες όπως το χρώμα του δέρματος του χρήστη [25].

Η μέτρηση του οξυγόνου του αίματος μπορεί να βοηθήσει στη διάγνωση της υπνικής άπνοιας, μιας διαταραχής ύπνου, στην οποία η αναπνοή ενός ατόμου διακόπτεται επανειλημμένα κατά τη διάρκεια του ύπνου. Τα smartwatches της Samsung [26] είναι τα πρώτα έξυπνα ρολόγια που έλαβαν έγκριση από τον FDA μόλις τον Φεβρουάριο του 2024 για την χρήση του συγκεκριμένου χαρακτηριστικού.



Σχήμα Β'. 13: Μέτρηση ποσοστού Οξυγόνου Αίματος [52]

Β'.2.5 Παρακολούθηση ύπνου

Η παρακολούθηση του ύπνου μέσω των smartwatches παρέχει σημαντικές πληροφορίες στον χρήστη σχετικά με την ποιότητα του ύπνου [27], βοηθώντας τον έτσι να υλοποιήσει στοχευμένες προσαρμογές για τη βελτίωση του. Στα περισσότερα smartwatches γίνεται καταγραφή της διάρκειας του ύπνου, της ποιότητας, των καρδιακών παλμών και των διαφόρων σταδίων του ύπνου.

Αναλυτικότερα, όταν ο χρήστης ξυπνήσει θα λάβει μια ειδοποίηση με διάφορες πληροφορίες σχετιζόμενες με τον ύπνο του. Μπορεί να δει τα δεδομένα με χειροκίνητο τρόπο στο ρολόι του ή ακόμα πιο ενδελεχώς στο κινητό του τηλέφωνο μέσω της εφαρμογής που έχει ο κάθε κατασκευαστής. Σχετικά με τη διάρκεια του ύπνου του δίνονται πληροφορίες για την ώρα που αποκοιμήθηκε και ξύπνησε. Στο ενδιάμεσο υπάρχει η πιθανότητα να διακόπτεται ο ύπνος του και έτσι ο χρόνος που ήταν ξύπνιος, κατά τη διάρκεια του βραδιού, δεν μετράει στον συνολικό χρόνο ύπνου. Άλλες πληροφορίες που προσφέρονται είναι το σύνολο χρόνου σε κατάσταση βαθύ ύπνου, REM ή σε κατάσταση που ο χρήστης είναι ξύπνιος και τον χρόνο που ήταν στο κρεβάτι και πόσο κοιμόταν. Έπειτα, ανάλογα με το μοντέλο και τις ρυθμίσεις που έχει επιλέξει ο χρήστης, εμφανίζονται οι μέσοι και ο ελάχιστος καρδιακός παλμός που είχε ο χρήστης κατά τη διάρκεια του ύπνου. Σε συγκεκριμένες συσκευές, όπως είναι τα τελευταία μοντέλα της Samsung, υπάρχει η δυνατότητα επιλογής για μέτρηση του επίπεδου οξυγόνου αίματος. Υπολογίζοντας τα παραπάνω δεδομένα που συλλέγονται, κάποιοι κατασκευαστές μέσω αλγορίθμων υπολογίζουν την ποσοστιαία ποιότητα του ύπνου.



Σχήμα Β'. 14: Φάσεις ύπνου στο Health App του Iphone [47]

Μερικοί κατασκευαστές παρέχουν τη δυνατότητα για καταγραφή περισσότερων δεδομένων, όπως είναι η καταγραφή του «ροχαλητού» και ο διαμοιρασμός των αρχείων σε εξειδικευμένο γιατρό, ώστε να ανιχνευθούν τυχόν παθήσεις και διαταραχές ύπνου.

Η ανάλυση του ύπνου βοηθά τους χρήστες να καλυτερέψουν την ποιότητα της καθημερινότητας τους μέσω της προβολής διάφορων μεταβολών στις συνήθειες του ύπνου. Με αυτό τον τρόπο αναγνωρίζουν μοτίβα που ρίχνουν ή ανεβάζουν την ποιότητα ύπνου και τα προσαρμόζουν στην καθημερινότητα τους με τέτοιο τρόπο ώστε να αυξηθεί η ευεξία τους. Ένας από τους κύριους λόγους που η ποιότητα του ύπνου επηρεάζεται δραματικά είναι η χρήση του αλκοόλ. Όταν ο χρήστης δει τις αρνητικές αλλαγές στα δεδομένα, μπορεί να παροτρυνθεί να διακόψει τις κακές συνήθειες. Είναι

αναγκαίο να τονιστεί ότι τα smartwatches δεν αντικαταστούν τις ιατρικές εξετάσεις, αλλά στόχος τους αποτελεί η παρότρυνση του χρήστη για τον ενστερνισμό ενός υγιεινού τρόπου ζωής. Παράλληλα, εάν η καθημερινότητα του ατόμου παραμένει ίδια, αλλά παρατηρεί διαφορές στα δεδομένα ύπνου τότε δίνεται μια πολύτιμη ένδειξη που μπορεί να ενθαρρύνει τους χρήστες να αναζητήσουν ιατρική παραπομπή.

Υπάρχουν και συσκευές, όπως το WHOOP [28], που στοχεύουν μόνο στην ανάλυση του ύπνου. Αν και οι περισσότερες στοχεύουν, κυρίως, στην ανάλυση δεδομένων για αθλητές, για την οποία θα πραγματοποιηθεί μια εκτενής αναφορά παρακάτω.

B'.2.6 Crash Detection

Μόλις το 2022 μια νέα λειτουργία ενσωματώθηκε από την Apple στις κινητές της συσκευές και στα smartwatches της και ονομάστηκε Crash Detection [29]. Η συγκεκριμένη μπορεί να χαρακτηριστεί ως η εξέλιξη μιας αντίστοιχης λειτουργίας που ονομάζεται Fall Detection. Η συγκεκριμένη λειτουργία ενεργοποιείται από μια σειρά αισθητήρων, συμπεριλαμβανομένων ενός γυροσκοπίου υψηλής απόδοσης και ενός επιταχυνσιόμετρου. Συγχρόνως, έχει την ικανότητα να ανιχνεύσει τους παρακάτω τέσσερις τύπους σύγκρουσης:

1. Μπροστινή
2. Πίσω
3. Πλαϊνή
4. Ανατροπή

Αυτή η λειτουργία ενεργοποιείται εάν παρατηρηθεί απότομη αλλαγή στην κίνηση και στην ταχύτητα. Οι προηγμένοι αλγόριθμοι που περιέχονται κάνουν συνδυασμό των πληροφοριών που λαμβάνει το ρολόι, από το μικρόφωνο για την αναγνώριση δυνατών ήχων και από το βαρόμετρο για έλεγχο απότομης διαφοράς πίεσης. Αυτό μπορεί να είναι ένα αποτέλεσμα από την ενεργοποίηση των αερόσακων ή ακόμα και του GPS.

Αν ανιχνευθεί κάποιο ατύχημα εμφανίζεται ένας συναγερμός στην οθόνη του Apple Watch όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Στην συνέχεια, ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία:

1. Το Apple Watch ηχεί και δονείται στον καρπό του χρήστη.
2. Τα πρώτα 10 δευτερόλεπτα εμφανίζεται μια μπάρα για Κλήση Εκτατής Ανάγκης. Ο χρήστης έχει την δυνατότητα επιλογής είτε να καλέσει μέσω αυτής τις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης ή να απορρίψει την ειδοποίηση.

3. Αν περάσουν τα πρώτα 10 δευτερόλεπτα τότε εξαφανίζεται η μπάρα και ξεκινάει η αντίστροφη μέτρηση των 10 δευτερολέπτων. Εάν ο χρήστης δεν ανταποκριθεί ούτε σε αυτό το μήνυμα, τότε καλούνται αυτόματα οι υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης. Στα 10 δευτερόλεπτα αντίστροφης μέτρησης υπάρχει η επιλογή ακύρωσης της κλήσης.
4. Μόλις γίνει η αυτόματη κλήση θα ακουστεί ένας ήχος που θα διατυπώνεται προφορικά ότι ο χρήστης βρέθηκε σε ατύχημα δίνοντας την εκτιμώμενη τοποθεσία του στις αρχές. Αυτός ο ήχος την πρώτη φορά ακούγεται δυνατά και έπειτα παίζει σε μια λούπα ανά 5 δευτερόλεπτα σε χαμηλή ένταση, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα να μιλήσουν οι υπηρεσίες με τον χρήστη αν καθίσταται δυνατό.
5. Αν ο χρήστης έχει προσθέσει επαφές έκτακτης ανάγκης, μόλις αυτή η κλήση λάβει τέλος, θα εμφανιστεί ξανά η ειδοποίηση με την αντίστροφη μέτρηση των 10 δευτερολέπτων που θα αναφέρει ότι οι συγκεκριμένες επαφές θα ειδοποιηθούν ότι ο χρήστης έχει εμπλακεί σε κάποιο ατύχημα και θα στείλει την τοποθεσία του. Όπως και στις προηγούμενες ειδοποιήσεις έτσι και σε αυτή υπάρχει η δυνατότητα να ακυρωθεί από τον χρήστη η αποστολή πληροφοριών.
6. Τέλος εάν έχει ρυθμιστεί το Ιατρικό ID, η συσκευή εμφανίζει μια μπάρα που ονομάζεται Medical ID και οι διασώστες μπορούν να έχουν πρόσβαση με αυτόν τον τρόπο εύκολα και γρήγορα στις ιατρικές πληροφορίες που έχει θέσει ο χρήστης.



Σχήμα Β'. 15: Η ειδοποίηση που εμφανίζεται μόλις ανιχνευθεί σύγκρουση [47]



Σχήμα Β'. 16: Η αντίστροφη μέτρηση των 10 δευτερολέπτων [47]

Η συγκεκριμένη λειτουργία έρχεται εργοστασιακά ενεργοποιημένη για τις συσκευές της Apple. Ωστόσο, υπάρχει η δυνατότητα απενεργοποίησης από τον χρήστη.

Β'.2.7 Τα Smartwatches και Wearables σε επεισόδια Επιληψίας

Η πρόοδος της τεχνολογίας έχει φτάσει σε ένα επίπεδο που τα smartwatches είναι ικανά να χρησιμοποιηθούν ως συσκευές για ανίχνευση επεισοδίων επιληψίας [30]. Η συσκευή EpiMonitor της Empatica [31] είναι ένα προηγμένο ρολόι που προορίζεται για άτομα με επιληψία και είναι η εξέλιξη του προηγούμενου ρολογιού τους, του wearable Embrace2. Το συγκεκριμένο smartwatch έχει λάβει έγκριση από τον FDA για χρήση από ενήλικες και παιδιά ηλικίας 6 χρονών και άνω. Προσφέρει δυνατότητες ανίχνευσης επιληπτικών κρίσεων μέσω ενός έξυπνου αλγορίθμου που ανιχνεύει τονικοκλονικές κρίσεις με μεγάλη ακρίβεια και χαμηλό ποσοστό ψευδών συναγερμών.

Εάν παρατηρηθεί κάποιο επεισόδιο η συσκευή ειδοποιεί τους φροντιστές στέλνοντας SMS και καλώντας τους σε κλήση. Μέσω του ρολογιού, αν ο χρήστης δεν αισθανθεί καλά μπορεί να ειδοποιήσει εύκολα και χειροκίνητα τους φροντιστές του. Τα δεδομένα που συλλέγονται μπορούν να κοινοποιηθούν στον γιατρό του χρήστη ως αρχείο PDF. Ο κατασκευαστής αναφέρει ότι το EpiMonitor με τον προηγμένο αλγόριθμο ανιχνεύει πιθανές κρίσεις επιληψίας με ακρίβεια 98%.

Ταυτόχρονα, υπάρχουν και εφαρμογές που ανιχνεύουν επαναλαμβανόμενες κινήσεις μέσω των αισθητήρων των ρολογιών και από την ανάλυση τους αν συνδέονται με επεισόδιο επιληψίας ή κάποιας κατάστασης έκτακτης ανάγκης ειδοποιούνται οι επαφές που έχουν επιλεχθεί. Μια τέτοια εφαρμογή είναι η Isnpyre της SmartMonitor και η

συγκεκριμένη εφαρμογή είναι συμβατή με πολλά smartwatches, όπως τα ρολόγια που χρησιμοποιούν το λειτουργικό WearOs και τα ρολόγια της Apple.

B'.2.8 Χρήση σε άτομα με νόσο Πάρκινσον

Η νόσος του Πάρκινσον αποτελεί μια από τις πιο κοινές κινητικές διαταραχές, και η συχνότητά της αναμένεται να αυξηθεί τις προσεχείς δεκαετίες.

Το ρολόι Parkinson's KinetiGraph (PKG) [32], [33] από την εταιρεία Global Kinetics κάνει καταγραφή των κινήσεων των ασθενών με Πάρκινσον. Μπορεί να αποθηκεύσει αρχεία για συνεχόμενη καταγραφή 6-10 ημερών, ενώ στην συνέχεια γίνεται αξιολόγηση των δεδομένων από αλγόριθμους που βρίσκονται στο Cloud. Η κάθε συσκευή είναι προγραμματισμένη με το θεραπευτικό σχήμα του κάθε ασθενή ξεχωριστά. Τα δεδομένα που συλλέγονται μπορούν να καθοδηγήσουν τον γιατρό για τον τρόπο που οι ασθενείς αντιδρούν στη νόσο στο σπίτι και του επιτρέπουν, επίσης, να εξετάζει πιθανές επιπλοκές από τη φαρμακευτική αγωγή που έχει δοθεί στους ασθενείς. Με αυτό τον τρόπο αποφασίζει για το αν η ποσότητα του φαρμάκου θα πρέπει να αυξηθεί, να μειωθεί ή και ακόμη να αλλαχθεί η φαρμακευτική αγωγή για την καλύτερη αποτελεσματικότητα στα συμπτώματα της νόσου. Το PKG είναι εξατομικευμένο για τον κάθε ασθενή και του υπενθυμίζει πότε πρέπει να λάβει τα φάρμακα του, βοηθώντας τον στη λήψη των φαρμάκων στο σωστό χρονικό διάστημα. Έτσι, ο γιατρός λαμβάνει σημαντικές πληροφορίες για τον τρόπο που επηρεάζονται τα συμπτώματα της νόσου με τη λήψη του φαρμάκου, καθώς γνωρίζουν την ακριβή χρονική στιγμή που ο ασθενής έκανε λήψη της αγωγής.

B'.3 Χρήση των Smartwatches από αθλητές

Σε αντίθεση με τα απλά smartwatches, όπου έκαναν την εμφάνισή τους περίπου το 2010, τα αθλητικά smartwatches άρχισαν να προβάλλονται πολύ νωρίτερα, περίπου στα τέλη της προηγούμενης χιλιετίας. Η Suunto κυκλοφόρησε το 1998 το πρώτο της ρολόι το οποίο διέθετε αλτίμετρο, βαρόμετρο και πυξίδα. Στην συνέχεια έκανε την εμφάνιση του ένα από τα πιο επαναστατικά ρολόγια στον κλάδο: η Garmin το 2003 όπου κυκλοφόρησε το πρώτο της ρολόι με ονομασία Forerunner. Είναι το πρώτο αθλητικό ρολόι που στόχευε σε αθλητές με υποστήριξη GPS. Τέλος, ένα ακόμα πρωτοποριακό ρολόι μπορεί να χαρακτηριστεί το Polar RS800 που κυκλοφόρησε το 2005 το οποίο είναι γνωστό για την ακρίβεια στις μετρήσεις των καρδιακών παλμών που πρόσφερε για εκείνη την εποχή, αποτελώντας ιδανικό εργαλείο για τους επαγγελματίες αθλητές και τους προπονητές. Αυτά είναι κάποια από τα πρώιμα αθλητικά smartwatches που έθεσαν τα θεμέλια για την ανάπτυξη των σημερινών πολυλειτουργικών ρολογιών.

Οι αθλητές επαγγελματίες και μη, αντιλήφθηκαν τη χρησιμότητα των αθλητικών smartwatches από τα πρώιμα στάδια της ανάπτυξής τους, καθώς τους δινόταν πρόσβαση σε πληροφορίες που μέχρι τότε φάνταζε δύσκολη. Πολλές από αυτές τις λειτουργίες που προσέφεραν απαιτούσαν και τρίτα άτομα για την καταγραφή δεδομένων. Τα ακριβή στοιχεία, όπως η μέτρηση των καρδιακών παλμών που υπάρχει κατά την καταγραφή της αθλητικής δραστηριότητας, τους προσφέρουν την ικανότητα βελτίωσης της προπονητικής τους ρουτίνας. Με τα δοθέντα πολύτιμα εργαλεία η ενίσχυση της φυσικής κατάστασης και απόδοσης τους καθίσταται πολύ πιο εύκολη.

Τα σημερινά αθλητικά smartwatches έχουν εξελιχθεί σε τεράστιο βαθμό και δεν θυμίζουν σε τίποτα τις ογκώδεις συσκευές του παρελθόντος. Διαθέτουν πολλές λειτουργίες, μια πληθώρα από αισθητήρες για καταγραφή δεδομένων, πολύ καλύτερες και φιλικές προς τον χρήστη οθόνες και μεγάλη διάρκεια μπαταρίας. Ο κάθε κατασκευαστής προσεγγίζει διαφορετικά τους καταναλωτές με διαφορετικές λειτουργίες, πλέον όμως τα περισσότερα ρολόγια θεωρούνται ότι είναι ακριβή ως προς τα στοιχεία που συλλέγονται. Η σύνδεσή τους με τα smartphones επιτρέπει στους χρήστες εκτεταμένες αναλύσεις σχετικά με την απόδοσή τους.

Δεν περιορίζονται μόνο σε συγκεκριμένους αθλητές, όπως είναι οι ποδηλάτες ή οι μαραθωνοδρόμοι, αλλά πολλές από τις σημερινές συσκευές διαθέτουν περίπου 100 sport modes για την καταγραφή διαφορετικών αθλημάτων. Συγχρόνως, κάποιοι κατασκευαστές επιτρέπουν στους χρήστες να δημιουργήσουν το δικό τους mode για καταγραφή της αθλητικής τους δραστηριότητας.

Β'.3.1 Προπόνηση με χρήση ζωνών καρδιακών παλμών

Όλα τα σύγχρονα αθλητικά smartwatches διαθέτουν αισθητήρα για την καταγραφή των καρδιακών παλμών σε πραγματικό χρόνο. Πολλές προπονήσεις [34], ανάλογα με το άθλημα και το είδος προπόνησης, στοχεύουν στην εκτέλεση της σε συγκεκριμένες ζώνες καρδιακών παλμών. Οι ζώνες καρδιακών παλμών ορίζονται σε γενικές γραμμές σε 5. Ο πιο γνωστός τρόπος υπολογισμού των 5 ζωνών γίνεται αφού πρώτα υπολογιστεί ο μέγιστος καρδιακός ρυθμός. Μπορεί να γίνει εκτίμηση με τον τύπο 220 μείον την ηλικία του αθλητή [35]. Στην συνέχεια οι 5 [36] ζώνες υπολογίζονται με το ποσοστό του μέγιστου καρδιακού ρυθμού. Οι 5 ζώνες είναι οι παρακάτω:

1. **Ζώνη 1:** Ζώνη Αποκατάστασης (Recovery Zone)

- Εύρος: 50-60% του MaxHR

- Χαρακτηριστικά: Πολύ ελαφριά άσκηση, ιδανική για προθέρμανση και αποθεραπεία. Βελτιώνει τη γενική υγεία και προωθεί την ανάρρωση.

2. **Ζώνη 2:** Ζώνη Καρδιαγγειακής Βελτίωσης (Endurance Zone)

- Εύρος: 60-70% του MaxHR
- Χαρακτηριστικά: Ελαφριά έως μέτρια άσκηση, βελτιώνει την αερόβια ικανότητα και τη γενική αντοχή. Χρησιμοποιείται για μακροχρόνιες προπονήσεις.

3. **Ζώνη 3:** Ζώνη Αερόβιας Κατάστασης (Aerobic Zone)

- Εύρος: 70-80% του MaxHR
- Χαρακτηριστικά: Μέτρια έως έντονη άσκηση, βελτιώνει την καρδιαγγειακή υγεία και αυξάνει την αερόβια αντοχή. Βελτιώνει την απόδοση και τη φυσική κατάσταση.

4. **Ζώνη 4:** Ζώνη Αναερόβιας Κατάστασης (Anaerobic Zone)

- Εύρος: 80-90% του MaxHR
- Χαρακτηριστικά: Έντονη άσκηση, βελτιώνει την αναερόβια αντοχή και την ταχύτητα. Χρησιμοποιείται για διαλειμματική προπόνηση και αγώνες.

5. **Ζώνη 5:** Ζώνη Μέγιστης Απόδοσης (Maximum Effort Zone)

- Εύρος: 90-100% του MaxHR
- Χαρακτηριστικά: Πολύ έντονη άσκηση, χρησιμοποιείται για σύντομα και έντονα διαστήματα. Βελτιώνει τη μέγιστη απόδοση και τη δύναμη.

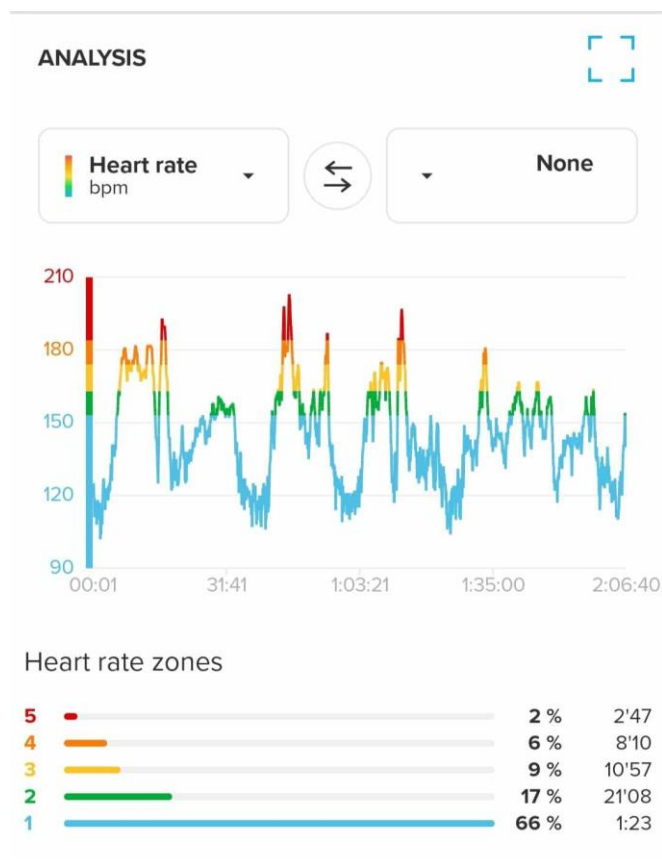
Οι ζώνες των καρδιακών παλμών χρησιμοποιούνται συνεχώς από τους αθλητές για να καθορίσουν την ένταση της προπόνησης τους, ανάλογα με το πρόγραμμα που ακολουθείται στην κάθε προπόνηση και με τα χαρακτηριστικά που επιδιώκουν για την κάθε προπόνηση. Ταυτόχρονα, η προπόνηση καρδιακών παλμών εμποδίζει τους αθλητές να προπονηθούν πολύ σκληρά ή πολύ εύκολα, επιτρέποντας του να ανακάμψει καλύτερα και να μειώσει τον κίνδυνο υπερπροπόνησης. Τα smartwatches τους δίνουν αυτή την πληροφορία απλόχερα, απλά κοιτώντας το ρολόι του, και έτσι με έναν πολύ εύκολο τρόπο αυξάνεται η απόδοση και η φυσική κατάσταση τους.

Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται μια συσκευή της Garmin που κάνει καταγραφή προπόνησης στο τρέξιμο ενός αθλητή. Πέρα από άλλες πληροφορίες που παρέχονται, βλέπουμε τους καρδιακούς παλμούς που έχει ο αθλητής την παρούσα χρονική στιγμή. Παρακάτω βλέπουμε με 5 διαφορετικά χρώματα τη ζώνη που βρίσκεται αυτή την στιγμή, αν και οι περισσότεροι αθλητές γνωρίζουν το εύρος που έχει η κάθε ζώνη με αυτά τα χαρακτηριστικά τα smartwatches κάνουν πολύ πιο απλή την διαδικασία της προπόνησης.

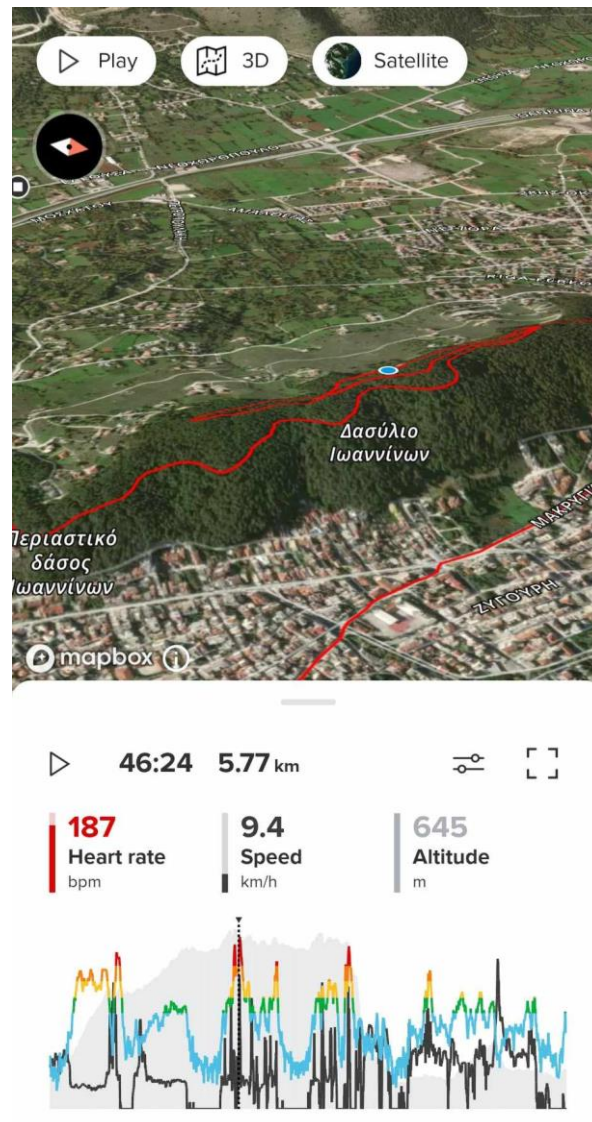


Σχήμα Β'. 17: Ένας χρήστης κάνοντας καταγραφή άσκησης με παλμούς [53]

Όταν ο χρήστης τελειώσει τη δραστηριότητα του και συγχρονίσει το ρολόι του με το κινητό του τηλέφωνο θα του δοθεί η δυνατότητα να ελέγξει αναλυτικά τα δεδομένα σχετικά με τους καρδιακούς παλμούς και τις ζώνες που έχουν συλλεχθεί. Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα, εάν η συσκευή έχει και GPS να δει και σε ποιο σημείο της διαδρομής είχε συγκεκριμένους παλμούς σε σύγκριση με την ταχύτητα του, την κλίση του δρόμου και άλλες διαθέσιμες πληροφορίες. Παρακάτω βλέπουμε δύο εικόνες τραβηγμένες από το Android App της Suunto, στο γράφημα αναφέρεται το σύνολο που βρισκόταν ο αθλητής σε κάθε καρδιακή ζώνη και στο σχήμα τους καρδιακούς παλμούς σε ένα συγκεκριμένο σημείο τις διαδρομής



Σχήμα Β'. 18: Οι 5 ζώνες και ο χρόνος που καταναλώθηκε σε κάθε μια



Σχήμα Β'. 19: Οι παλμοί και ζώνη σε ένα συγκεκριμένο σημείο της διαδρομής

Ένα χαρακτηριστικό που βρίσκεται στα αθλητικά smartwatches, το οποίο είναι πιο σπάνιο στα «κανονικά» smartwatches, είναι η σύνδεση εξωτερικών αισθητήρων. Στο κομμάτι των καρδιακών παλμών πολλοί αθλητές θέλουν να έχουν όσον το δυνατόν περισσότερο ακριβείς μετρήσεις στους καρδιακούς παλμούς. Αυτό κατορθώνεται συνδέοντας στο ρολόι τους έναν εξωτερικό αισθητήρα που μετράει καρδιακούς παλμούς. Η σύνδεση γίνεται με Bluetooth ή, εάν υποστηρίζεται από τις συσκευές, με ANT+.

Β'.3.2 Πληροφορίες από το GPS

Όλα τα ρολόγια που κεντρίζουν το ενδιαφέρον τους στον αθλητισμό έχουν στα χαρακτηριστικά τους GPS. Ορισμένα μοντέλα διαθέτουν τεχνολογία Multi-Band αντί για Single Frequency. Τα μοντέλα που διαθέτουν αυτή τη τεχνολογία χρησιμοποιούν πολλαπλές ζώνες συχνотήτων για άριστη τοποθέτηση κατά τη χρήση της συσκευής σε

περιβάλλοντα όπου υπάρχουν προκλήσεις. Ο δέκτης GPS παρακολουθεί περισσότερα από ένα σήματα από κάθε δορυφόρο, γεγονός που μειώνει τα σφάλματα που προκαλούνται από περιβαλλοντικές παρεμβολές.

Η χρήση του GPS δίνει πολλαπλές πληροφορίες στους χρήστες των αθλητικών ρολογιών. Αυτές αναλύονται σε πραγματικό χρόνο από το ρολόι και παρέχουν ακόμα περισσότερα δεδομένα στον χρήστη. Κάποιες από τις πληροφορίες που δίνει το GPS είναι η θέση του χρήστη, η ταχύτητα του και σε συνδυασμό με το βαρόμετρο, εάν υπάρχει, και το υψόμετρο στο οποίο βρίσκεται η συσκευή.

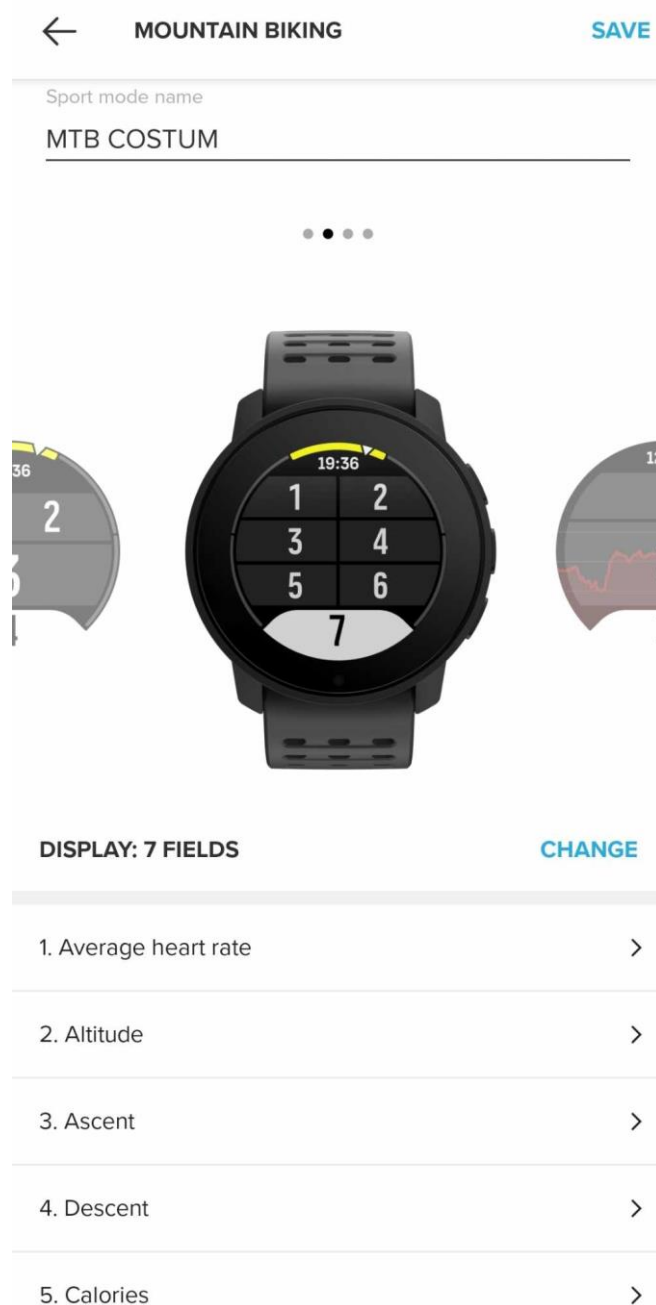
Στην συνέχεια με τα δεδομένα που συλλέγονται παράγεται μια πληθώρα πληροφοριών. Μερικές από τις κύριες είναι η απόσταση που έχει διανύσει ο χρήστης κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας, η μέση ταχύτητα και η υψομετρική διαφορά. Ο κάθε κατασκευαστής επιλέγει τη διαχείριση των δεδομένων με διαφορετικούς τρόπους.

Οι αθλητές μπορούν να προπονούνται με βάση τα συγκεκριμένα δεδομένα. Για παράδειγμα, αντί για προπόνηση με ζώνη καρδιακών παλμών, ένας δρομέας μπορεί να προπονηθεί με βάση τον στόχο που έχει θέσει σχετικά με την ταχύτητα ή ένας ποδηλάτης με ένα συγκεκριμένο αριθμό μέτρων σε θετική υψομετρική διαφορά, δηλαδή τα πόσα μέτρα ανέβηκε στο σύνολο σε σύγκριση με το πού ξεκίνησε η δραστηριότητα. Οι πληροφορίες αυτές πριν από την εμφάνιση των smartwatches θα ήταν πολύ δύσκολο να υπολογιστούν και οι ερασιτέχνες αθλητές πιθανόν να μην είχαν την επιλογή αυτών των μετρήσεων.

B'.3.3 Apps στα Smartwatches για αθλητές

Όπως προαναφέρθηκε παραπάνω, ο κάθε κατασκευαστής χρησιμοποιεί τα δεδομένα που συλλέγονται με διάφορους τρόπους. Η προσέγγιση μπορεί να είναι σε τελείως αντίθετη κατεύθυνση. Για παράδειγμα, τα αθλητικά smartwatches της Coros φημίζονται για την απλότητα τους. Γι' αυτό πολλοί αθλητές τα προτιμούν επειδή δεν επιθυμούν τον καταιγισμό πληροφοριών και την πολυπλοκότητα που δέχονται από άλλα μοντέλα διαφορετικών εταιριών. Αντίθετα, η Suunto δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να εκμεταλλευτεί το κάθε δεδομένο που συλλέγεται. Ο χρήστης μπορεί να εξατομικεύσει σε έναν τεράστιο βαθμό το ρολόι του μέσω της εφαρμογής που διατίθεται στο κινητό του τηλέφωνο. Η εξατομικεύση μπορεί να πραγματοποιηθεί γενικότερα στην περιήγηση του ρολογιού, αλλά θεωρείται ιδιαίτερα σημαντική η επιλογή για «Custom» sport modes. Το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό έχει ονομαστεί Sport mode customization διότι ο χρήστης επιλέγει το άθλημα κατά το οποίο θέλει να φτιάξει custom προφίλ. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει μπορεί να επιλεγθεί ένα unspecified sport και στη συνέχεια εμφανίζεται μια σειρά από επιλογές. Κάποιες από

αυτές είναι τα πόσα δεδομένα θα δείχνει το κάθε παράθυρο οθόνης και το είδος των δεδομένων που θα εμφανίζονται, όπως είναι ένα γράφημα, ή απλές πληροφορίες όπως είναι η ταχύτητα την παρούσα χρονική στιγμή. Παράλληλα, μπορεί να επιλέξει πόσα παράθυρα οθόνης θα υπάρχουν διαθέσιμα κατά την ώρα της προπόνησης ανάλογα με τις ανάγκες του. Παρακάτω παρουσιάζεται ένα παράδειγμα ενός παραθύρου με κάποια από τα δεδομένα που έχουν επιλεγθεί να εμφανίζονται.



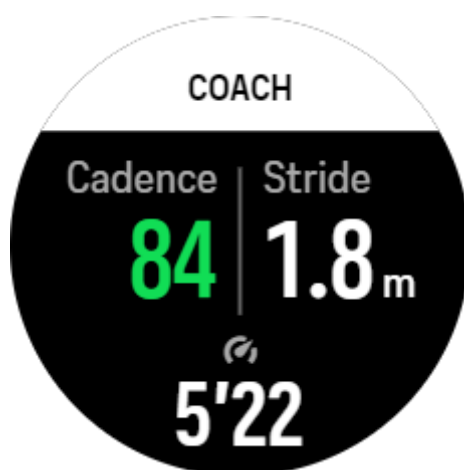
Σχήμα Β'. 20: Screenshot από το Menu Επιλογών των Custom Sport

Ένα ακόμα χαρακτηριστικό, το οποίο διαφημίζει έντονα η Suunto για τις συσκευές και που χαρακτηρίζεται από τους αθλητές αρκετά εύχρηστο, είναι η ύπαρξη «έτοιμων»

παραθύρων, τα οποία διαθέτουν διάφορες πληροφορίες κατά τη διάρκεια της άσκησης. Ονομάζονται sports apps και μπορούν να περιέχουν όχι μόνο πληροφορίες για την άσκηση, αλλά και γενικότερες πληροφορίες, όπως είναι ο καιρός. Το ρολόι μπορεί να διαθέτει 15 τέτοια αποθηκευμένα apps και σε κάθε καταγραφή της δραστηριότητας να εμφανίζονται έως 2. Μπορούν να επιλεγθούν πριν ξεκινήσει η καταγραφή της δραστηριότητας ή και κατά τη διάρκεια της. Εμφανίζεται μια ευρεία γκάμα από apps που μπορούν να εμφανίζονται στο ρολόι και επιλέγονται μέσω της εφαρμογής στο κινητό τηλέφωνο του χρήστη. Παρακάτω θα πραγματοποιηθεί μια μικρή ανάλυση για ορισμένα από αυτά τα apps και για τον τρόπο που βοηθούν τους αθλητές.

Cadence Coach:

Έχει παρατηρηθεί ότι ένα μεγάλο ποσοστό ανθρώπων που ξεκινούν το τρέξιμο αντιμετωπίζουν διάφορους τραυματισμούς εξαιτίας της κακής τεχνικής που διαθέτουν [37]. Ένα από τα πιο κοινά λάθη είναι η προσπάθεια να γίνονται μεγαλύτερα βήματα από όσο κανονικά πρέπει με απόρροια να υπάρχει δυνατός και μεγάλος αντίκτυπος κραδασμού όταν το πόδι ακουμπάει στο έδαφος. Το συγκεκριμένο app μετράει το Cadence του χρήστη, κατά τη διάρκεια της άσκησης, και τον ενημερώνει άμεσα εάν είναι σε χαμηλότερο ή υψηλότερο ρυθμό από αυτόν που είναι απαραίτητος. Μέσω του συγκεκριμένου app ο χρήστης δύναται να κρατήσει την ιδανική τιμή 80-90. Επίσης, υπολογίζεται και το Stride (διασκελισμοί) του βήματος.



Σχήμα Β'. 21: Cadence Coach

Καιρός:

Υπάρχει η δυνατότητα να επιλεγθούν 2 διαφορετικά apps καιρού. Το πρώτο δείχνει την ατμοσφαιρική πίεση, την οποία μπορεί να βλέπει ο χρήστης και ειδοποιείται

κατευθείαν εάν παρατηρηθεί απότομη αλλαγή της πίεσης. Αυτή η ειδοποίηση εκδηλώνεται εάν η πίεση πέσει περισσότερες από 4 hPa μονάδες, τις τελευταίες 3 ώρες. Εμφανίζεται, ομοίως, η θερμοκρασία περιβάλλοντος και η ώρα που δύει ή ανατέλλει ο ήλιος με βάση τι θα ακολουθεί στη συνέχεια. Εάν έχει ρυθμιστεί και κάποια διαδρομή εμφανίζεται το Estimated time of arrival (ETA) το οποίο υπολογίζει πόση διαδρομή απομένει και την ταχύτητα που κινείται ο χρήστης. Σε περίπτωση που ο χρήστης προβλέπεται να φτάσει στον προορισμό του μετά τη δύση του ηλίου τότε ο χρόνος εμφανίζεται με κόκκινο, καθώς πρέπει να ληφθεί υπόψιν από τον χρήστη. Εάν η δραστηριότητα λαμβάνει μέρος σε υψόμετρο πάνω από τα 2000μ. από τη στάθμη της θάλασσας εμφανίζεται στο χρήστη και το ποσοστό οξυγόνου.



Σχήμα Β'. 22: Weather

Το 2^ο app καιρού είναι η μετεωρολογική πρόβλεψη. Οι πληροφορίες αντλούνται από τον συγχρονισμό με το κινητό τηλέφωνο και εμφανίζονται οι παρούσες συνθήκες και αυτές της επόμενης ώρας. Επιπλέον, συμπεριλαμβάνει τη θερμοκρασία, την ταχύτητα και την κατεύθυνση του αέρα, αλλά και τον ακριβή καιρό όπως είναι η συννεφιά. Το συγκεκριμένο app επιτρέπει στον χρήστη να εκτιμήσει τον καιρό, ώστε να αποφασίσει για τον τρόπο που θα κινηθεί στο υπόλοιπο της δραστηριότητάς του εάν επηρεάζεται αρνητικά από τις καιρικές συνθήκες.



Σχήμα Β'. 23: Weather Forecast

Cooper Test:

Το Cooper Test [38] δημιουργήθηκε το 1968 από τον Kenneth Cooper. Στόχος είναι ο αθλητής να διανύσει όσο μεγαλύτερη απόσταση μπορεί σε 12 λεπτά. Στο συγκεκριμένο app δίνονται οδηγίες για τη σωστή διεξαγωγή του τεστ. Μόλις ο αθλητής θελήσει να ξεκινήσει το τεστ θα πατήσει το lap button και θα ξεκινήσει η 12λεπτη αντίστροφη μέτρηση παρέχοντας τις εξής πληροφορίες:

1. Απόσταση που έχει διανυθεί έως τη συγκεκριμένη στιγμή
2. Καρδιακούς παλμούς σε πραγματικό χρόνο
3. Χρόνος που απομένει για τη λήξη του τεστ
4. Running Pace ή χρόνος που απαιτείται για να καλυφθεί η απόσταση ενός χιλιομέτρου

Μόλις τελειώσουν τα 12 λεπτά το ρολόι υπολογίζει το Vo2Max του αθλητή και προβλέπει τον χρόνο που χρειάζεται για να τρέξει 10 χιλιόμετρα και ημιμαραθώνιο.



Σχήμα Β'. 24: Cooper Test Results

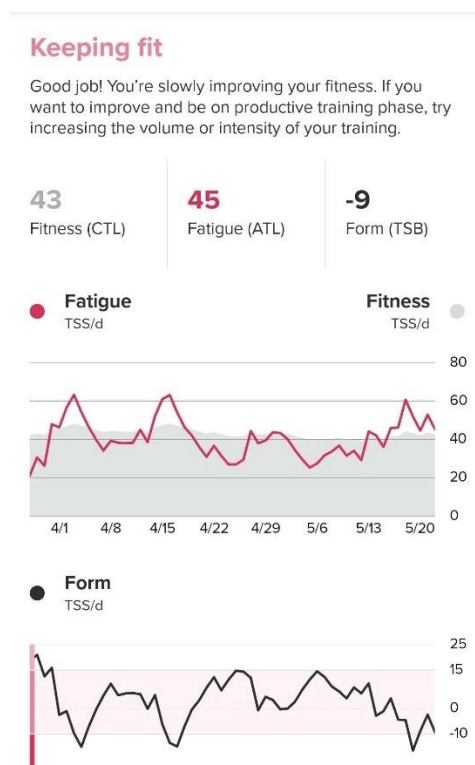
Αυτά είναι μερικά από τα πολλά apps που έχει στην διάθεση του ο αθλητής. Υπάρχουν αμέτρητα πολλοί οδηγοί και τεστ χωρίς περιορισμούς σε συγκεκριμένα αθλήματα.

B'.3.4 Structured Workouts και Training Stress

Η εξέλιξη της τεχνολογίας οδήγησε στην ενσωμάτωση νέων τρόπων στην προπόνηση των αθλητών. Οι προπονητές μπορούν να προγραμματίσουν τις προπονήσεις και οι αθλητές να τις εισάγουν στο ρολόι τους. Έπειτα μπορούν να αναλύσουν τα δεδομένα και να δουν την απόδοση του αθλητή. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα που προσέφερε στους ερασιτέχνες αθλητές είναι η δυνατότητα εισαγωγής προπονητικών προγραμμάτων. Επίσης, υπάρχουν στο διαδίκτυο έτοιμα προπονητικά πλάνα, που συνήθως έχουν πολύ χαμηλό κόστος σε σύγκριση με έναν προσωπικό προπονητή, τα οποία ο χρήστης μπορεί να τα αγοράσει προσαρμοσμένα στους στόχους και τη φυσική του κατάσταση. Μια εφαρμογή που έχει φέρει την επανάσταση στους δρομείς, ποδηλάτες και αθλητές τριάθλου είναι το TrainingPeaks. Στη συγκεκριμένη πλατφόρμα μπορεί να δημιουργηθεί ένα ημερολόγιο με προπονητικό πλάνο που έχει αγοραστεί και να συγχρονίζεται αυτόματα καθημερινά με τα smartwatches. Κατά τη διάρκεια της άθλησης ο αθλητής βλέπει το εύρος στο οποίο πρέπει να βρίσκεται και για πόσο χρονικό διάστημα. Αυτό το εύρος μπορεί να είναι, όπως έχει προαναφερθεί, κάποια ζώνη καρδιακών παλμών ή ο ρυθμός χιλιομέτρου αν πρόκειται για δρομέα.

Κυρίως οι αθλητές αντοχής έχουν την ανάγκη να χρησιμοποιήσουν ένα σημαντικό εργαλείο για την προπόνηση τους. Ο δημιουργός της εφαρμογής TrainingPeaks

δημιούργησε το TSS (Training Stress Score) [39], έναν τρόπο για να υπολογίζει την επιβάρυνση της προπόνησης. Ο χρήστης λαμβάνει 100 TSS, εάν βρίσκεται για μία ώρα στο κατώφλι, είτε καρδιακών παλμών είτε στο κατώφλι δύναμης (FTP). Το FTP είναι πόση δύναμη μπορεί να παράγει ένας ποδηλάτης για μια ώρα. Τα TSS μπορούν να μετρηθούν και με άλλες διαδικασίες, αλλά θεωρούνται αναξιόπιστες. Με τα TSS μπορεί να παρατηρηθεί η πορεία του αθλητή, αν υπάρχει πρόοδος ή όχι. Το σημαντικότερο όμως είναι ότι μπορεί να προβλέψουν την υπερπροπόνηση αποτρέποντας τραυματισμούς από αυτή. Τα προπονητικά πλάνα αθλητών αντοχής πλέον φτιάχνονται έχοντας υπόψη τα μελλοντικά TSS, καθώς ο υπολογισμός των TSS είναι εφικτός πριν την προπόνηση. Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε την απεικόνιση που υπάρχει στην εφαρμογή της Suunto σχετικά με την πορεία του αθλητή με βάση τα TSS, καθώς και τα 4 εύρη που υπάρχουν από την ανάλυση τους.



Σχήμα Β'. 25: Πληροφορίες για το Tss του αθλητή

Losing fitness or recovering

In this phase training is too easy and you are losing fitness. To be fresh to a race, target this phase.

Keeping fit

Staying in this phase you maintain your fitness. To improve your fitness, visit the productive training phase once in a while.

Productive training

For most athletes this is the area where your training is most productive. Your fitness and fatigue is increasing in appropriate portion.

Going too hard

In this area the risk of illness and injury increases significantly.

Σχήμα Β'. 26: Οι 4 καταστάσεις Προπόνησης με Βάση το TSS

Β'.3.5 Πληροφορίες αποθεραπείας για αθλητές

Η αποθεραπεία για τους αθλητές είναι εξίσου σημαντική με την προπόνηση. Τα smartwatches δίνουν πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με την αποθεραπεία διότι μπορούν να υπολογίσουν, μέσω αλγορίθμων, την επιβάρυνση που είχε το σώμα από μια δραστηριότητα και ειδοποιούν τον χρήστη για τον χρόνο που απαιτείται ώστε να επανέλθει το σώμα. Το HRV (Heart Rate Variability) [40] είναι ακόμη μια πολύτιμη μέτρηση για την αποκατάσταση του αθλητή και κάποιες συσκευές έχουν τη δυνατότητα για την καταγραφή του. Όταν η τιμή βρίσκεται στο συνηθισμένο εύρος του αθλητή δείχνει ότι το σώμα είναι σε καλή κατάσταση σχετικά με τον όγκο προπόνησης. Ωστόσο, εάν η τιμή αρχίσει να πέφτει είναι μια ένδειξη ότι ο αθλητής και το σώμα του δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν στον όγκο προπόνησης. Υπάρχουν εξατομικευμένες συσκευές που δίνουν πληροφορίες μόνο για την αποκατάσταση του αθλητή. Μια τέτοια είναι το WHOOP [28] το οποίο το χρησιμοποιούν πολλοί επαγγελματίες αθλητές όπως είναι οδηγοί της Formula 1, επαγγελματίες ποδοσφαιριστές ή επαγγελματίες ποδηλάτες.

Β'.3.6 Πληροφορίες διαδρομής

Τα smartwatches χαρακτηρίζονται απαραίτητα εργαλεία για ανθρώπους που ασχολούνται με αθλήματα στο βουνό όπως είναι η ορειβασία. Ο κίνδυνος να γίνει κάποιο λάθος στα συγκεκριμένα περιβάλλοντα είναι αυξημένος, όπως είναι ο ορειβάτης να χάσει τον δρόμο του, είτε να μην γίνει σωστή μελέτη της διαδρομής και να μην μπορεί να ανταπεξέλθει σωματικά σε αυτή. Τα σύγχρονα smartwatches χρησιμοποιούνται συχνά από τους ορειβάτες για να τους καταδεικνύουν τον δρόμο και να βλέπουν σημαντικές πληροφορίες για αυτούς, όπως είναι η υψομετρική απόσταση που απομένει για να φτάσουν στον προορισμό τους. Αυτές οι διαδρομές μπορούν να δημιουργηθούν είτε από τους ίδιους τους χρήστες από τον χάρτη της κάθε εφαρμογής

του κατασκευαστή, είτε από την εισαγωγή κάποιου αρχή με μορφή GPX, διαδρομή την οποία έχει διανύσει κάποιος προηγούμενος χρήστης. Η εισαγωγή διαδρομής με μορφή GPX δεν περιορίζεται σε κατασκευαστές και συσκευές. Ο κάθε χρήστης ανεξάρτητα από την συσκευή που διαθέτει μπορεί να μοιραστεί το αρχείο με άλλους χρήστες.

Το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό θεωρείται ένα από τα σημαντικότερα στο συγκεκριμένο χώρο, καθώς επιλύει ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που μπορεί να αντιμετωπίσει ένα άτομο: να χαθεί σε δύσβατο μέρος. Ακόμα και εάν δεν έχει κάποια διαδρομή στο ρολόι του, υπάρχουν σε όλα τα σύγχρονα ρολόγια που είναι σχεδιασμένα για ορειβάτες επιλογές, όπως back to start, δίνοντας τους πληροφορίες για το πώς να επιστρέψουν από εκεί που ξεκίνησαν.



Σχήμα Β'. 27: Εμφάνιση Τοπογραφικού Χάρτη σε Smartwatch Coros [54]

Πάνω στον χάρτη ο χρήστης μπορεί να βάλει POI (Point of Interest) για ένα σημείο που του είναι σημαντικό για διάφορους λόγους, για παράδειγμα μια πηγή νερού.

Κεφάλαιο Γ΄

Αποτελέσματα Ερευνών

Γ΄.1 Πρόβλεψη νόσων πριν τη διάγνωση και ανίχνευση ιατρικών προβλημάτων

Σε μια μελέτη που διεξάγεται από την ομάδα του Ερευνητικού Ινστιτούτου Άνοιας της Μ. Βρετανίας στο Πανεπιστήμιο του Κάρντιφ [41] παρατηρήθηκε πως τα smartwatches μπορούν να βοηθήσουν στη διάγνωση της νόσου του Πάρκινσον έως και επτά χρόνια πριν την εκδήλωση χαρακτηριστικών συμπτωμάτων και της διάγνωσης. Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν τεχνητή νοημοσύνη για την ανάλυση των δεδομένων. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν από 103.712 ασθενείς, οι οποίοι φορούσαν ιατρικά πιστοποιημένα smartwatches για 7 ημέρες την περίοδο 2013-2016. Οι συσκευές συνέλεξαν τη μέση επιτάχυνση, δηλαδή την ταχύτητα της κίνησης συνεχόμενα για τη μία εβδομάδα ελέγχου.

Η σύγκριση των δεδομένων έγινε με άτομα που ήδη είχαν διαγνωσθεί με τη συγκεκριμένη νόσο, με μια ομάδα από την οποία είχαν συλλεχθεί δεδομένα από τα smartwatches κατά την περίοδο του 2013-2016 και διεγνώσθησαν με τη νόσο του Πάρκινσον μέχρι και επτά χρόνια μετά και τέλος με ομάδες υγιών ατόμων. Υπήρξε αντιστοιχία της ηλικίας και του φύλου.

Οι ερευνητές έδειξαν ότι με τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης είναι πιθανό να ανιχνευθούν άτομα που θα αναπτύξουν τη νόσο του Πάρκινσον χρησιμοποιώντας απλά το smartwatch τους. Αυτό έγινε γνωστό όχι μόνο από όσους συμμετείχαν κατά την έρευνα, οι ερευνητές απέδειξαν ότι η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να ανιχνεύσει και στον γενικό πληθυσμό άτομα που στη συνέχεια θα αναπτύξουν τη συγκεκριμένη νόσο. Η πρόβλεψη για τη νόσο μέσω της συγκεκριμένης διαδικασίας αποδείχθηκε η πιο ακριβής από οποιοδήποτε άλλη. Το μοντέλο, επίσης, έχει τη δυνατότητα να υπολογίσει τον χρόνο διάγνωσης.

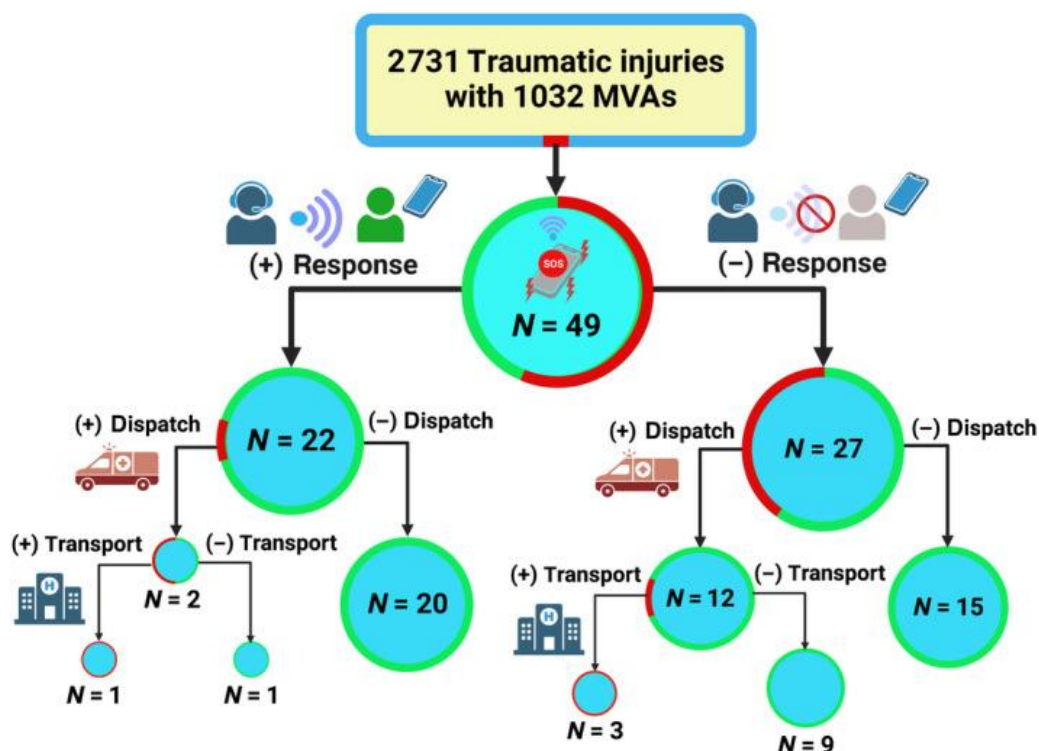
Το 2020 περίπου του 30% του πληθυσμού της Αγγλίας χρησιμοποιούσε smartwatches. Η συγκεκριμένη έρευνα έχει τεράστια σημασία, καθώς έδειξε ότι μπορεί να ανιχνευθεί η νόσο πολύ νωρίτερα από τη διάγνωση. Με την ελπίδα της εμφάνισης νέων θεραπειών και την πρόωμη διάγνωση, το κοινό θα έχει τη δυνατότητα να αντιμετωπίσει τη νόσο προτού δημιουργήσει εκτεταμένη βλάβη στον εγκέφαλο.

Η ακρίβεια για τη διάγνωση των καρδιακών αρρυθμιών αναλύθηκε σε μια έρευνα [42] όπου εξετάστηκαν 18 μελέτες σχετικά με την ακρίβεια της ανίχνευσης από τα smartwatches για την κολπική μαρμαρυγή, βραδυκαρδία και ταχυπαλμία. Ο αριθμός των δεδομένων ανερχόταν σε 424.371. Τα σήματα στα οποία έγινε η ανάλυση βασίστηκαν σε photoplethysmography. Η συγκεκριμένη ανασκόπηση έδειξε το εξελισσόμενο πεδίο της ψηφιακής ανίχνευσης ασθενειών. Η ακρίβεια της τεχνολογίας που διαθέτουν τα smartwatches, για την ανίχνευση καρδιακών αρρυθμιών, κρίθηκε υψηλή και οι ψηφιακές υγειονομικές συσκευές θα συνεχίσουν να ενισχύουν δυναμικά τον προ συμπτωματικό έλεγχο.

Γ'.2 Χρησιμότητα τεχνολογιών όπως το Crash Detection

Στο διαδίκτυο μπορούν να βρεθούν πολλές αναφορές για αληθείς, αλλά και ψευδείς, κλήσεις από λειτουργίες, όπως το Crash Detection της Apple [29]. Πολλές φορές οι αληθείς ήταν σωτήριες για τον χρήστη τους, ενώ οι ψευδείς μπορεί να προήλθαν από κάποιο άτομο που βίωσε κάποια απότομη επιβράδυνση, καθώς μπορεί να βρισκόταν για παράδειγμα σε κάποιο Λούνα Παρκ ή κάνοντας σκι. Έγινε μια μελέτη κλήσεων που δέχθηκε το πυροσβεστικό γραφείο της πόλης Οκαγιάμα την περίοδο από τον Οκτώβριο 2022 έως τον Μάρτιο 2023. Η συγκεκριμένη πόλη ξεκίνησε να χρησιμοποιεί το συγκεκριμένο σύστημα ειδοποίησης τον Οκτώβριο του 2022.

Στο σύνολο υπήρξαν 2.731 κλήσεις έκτακτης ανάγκης. Από αυτές οι 49 ήταν από την υπηρεσία Crash Detection και στη συνέχεια, από τις 49 κλήσεις, μόνο οι 22 συνομίλησαν με τις υπηρεσίες ενώ οι υπόλοιπες 27 δεν ανταποκρίθηκαν. Στις 22 που ανταποκρίθηκαν το ασθενοφόρο στάλθηκε σε 2 περιπτώσεις και ένας τραυματίας χρειάστηκε επείγουσα μεταφορά. Στις υπόλοιπες 20 με τις πληροφορίες που ελήφθησαν δεν στάλθηκε κάποιο ασθενοφόρο. Ανάμεσα στις 27 περιπτώσεις κλήσεων που δεν ανταποκρίθηκε κάποιος, το ασθενοφόρο στάλθηκε σε 12 περιπτώσεις, όπου 3 τραυματίες χρειάστηκε να μεταφερθούν στο νοσοκομείο. Οι υπόλοιπες 15 κλήσεις επιβεβαιώθηκαν ότι ήταν ψευδείς συντριβές. Το ποσοστό ψευδών κλήσεων ήταν 71% (35/49) το οποίο είναι παρόμοιο με τα ασθενοφόρα που στάλθηκαν χωρίς να μεταφέρουν κάποιον τραυματία (10/14).



Σχήμα Γ' 1: Ανάλυση των 49 κλήσεων [29]

Το ποσοστό ψευδών κλήσεων κρίθηκε αρκετά υψηλό ωστόσο, απαιτούνται περισσότερες μελέτες και περισσότερα δείγματα για την πλήρη ακρίβεια του συγκεκριμένου συστήματος. Ακόμη, πρέπει να γίνει διαθέσιμο ευρέως και σε μεγαλύτερο πληθυσμό.

Γ'.3 Αποτελέσματα για την ακρίβεια των δεδομένων των Smartwatches

Έχουν διεξαχθεί πολλές έρευνες για το ποσοστό ακριβείας των χαρακτηριστικών και των δεδομένων που συλλέγουν τα smartwatches. Παρακάτω θα αναλυθεί η ακρίβεια κάποιων χαρακτηριστικών των smartwatches σύμφωνα με την έρευνα “A Clinician’s Guide to Smartwatch “Interrogation”” [43]

Γ'3.1 Δαπάνη ενέργειας

Τα περισσότερα smartwatches βοηθούν τον χρήστη να παραμένει ενεργός για τουλάχιστον 30 λεπτά την ημέρα. Πολλές φορές ο χρήστης από μόνος του υπερεκτιμά τον χρόνο κατά τον οποίο είναι ενεργός. Έτσι, με την βοήθεια των ρολογιών μπορεί να δει τον πραγματικό χρόνο άσκησης και να γυμναστεί σε ένα φυσιολογικό χρονικό διάστημα που είναι ανάλογο των αναγκών του. Πέρα από την ώθηση που προσφέρει στον χρήστη ώστε να είναι πιο ενεργός, τα ρολόγια δίνουν στον κάτοχο τους το ποσοστό ενέργειας που έχει. Αυτό βασίζεται σε υπολογισμούς από τους καρδιακούς παλμούς, το επιταχυνσιόμετρο, την ηλικία, το βάρος και το φύλλο. Όμως, όπως έχουν

δείξει οι μελέτες η υπερεκτίμηση της ενεργειακής δαπάνης από τους αλγορίθμους των smartwatches είναι μεγάλη, έως και 27%. Οπότε το ποσοστό ενέργειας που δείχνουν τα ρολόγια μπορεί να κριθεί λιγότερο χρήσιμο από τα υπόλοιπα χαρακτηρίστηκα που διαθέτουν.

Γ'3.2 Μετρητής βημάτων

Ο υπολογισμός των βημάτων γίνεται με βάση την ανάλυση των δεδομένων από το επιταχυνσιόμετρο (accelerometer), όπου καταγράφει τριαξονική κίνηση (tri-axial motion). Ο έλεγχος στα βήματα του χρήστη έχει μεγάλη κλινική αξία, καθώς πολλές έρευνες έχουν αποδείξει ότι οι άνθρωποι που κάνουν λίγα βήματα τείνουν να έχουν υψηλότερο ποσοστό θνησιμότητας. Μια πρόσφατη έρευνα στο JAMA [44] έδειξε ότι περισσότερα από 7000 βήματα την μέρα συνδέονται με μικρότερη θνησιμότητα. Το AHA και το CDC γενικά προτείνουν να υπάρχει ένας στόχος της τάξης των 10.000 βημάτων την ημέρα. Η ακρίβεια που προσφέρουν στη συγκεκριμένη μέτρηση δεν μπορεί να εκτιμηθεί, καθώς υπάρχει μεγάλη διαφορά από συσκευή σε συσκευή. Εντούτοις, σημαντικό είναι ότι ωθείται ο χρήστης να φτάσει τους στόχους που έχει θέσει και να προθυμοποιηθεί να είναι περισσότερο ενεργός.

Γ'3.3 Καρδιακούς παλμούς

Τη σημερινή εποχή σχεδόν όλα τα smartwatches έχουν ως δυνατότητα την καταγραφή των καρδιακών παλμών. Η ακρίβεια τους έχει εξεταστεί και είναι έγκυρες στο ECG. Σε σύγκριση με το πρότυπο αναφοράς ECG το ποσοστό ακρίβειας των ρολογιών δεν ξεφεύγει από το 10% του προτύπου. Οι συσκευές της Apple και της Garmin έχει βρεθεί ότι είναι οι πιο ακριβείς. Τα έγκυρα αυτά δεδομένα μπορούν να βοηθήσουν τους χρήστες, σε περίπτωση κάποιας πάθησης ή ασθένειας, αλλά και τους γιατρούς τους.

Γ'3.4 VO2 MAX

Μια μέτρηση που χρησιμοποιούν πολλοί αθλητές είναι το VO2 MAX, καθώς θεωρείται ο σημαντικότερος δείκτης της αντοχής του ανθρώπου. Η συγκεκριμένη μέτρηση αναφέρεται στη μέγιστη ποσότητα οξυγόνου που μπορεί να καταναλώσει ένα ανθρώπινο σώμα κατά τη διάρκεια της σωματικής άσκησης. Η ακριβής μέτρηση είναι αρκετά περίπλοκη και πραγματοποιείται σε εργαστήριο. Ο αθλητής εκτελεί έντονη άσκηση φορώντας, μια μάσκα, η οποία καταγράφει κατευθείαν τα επίπεδα του οξυγόνου στον εισπνεόμενο και εξαγόμενο αέρα. Τα smartwatches, ωστόσο, μπορούν να κάνουν μια εκτίμηση για το VO2 MAX. Η εκτίμηση γίνεται με βάση την αντίδραση των καρδιακών παλμών κατά τη διάρκεια μιας άσκησης, όπως είναι το περπάτημα ή το τρέξιμο. Η συγκεκριμένη εκτίμηση, όπως είναι φυσικό, λόγω των ελλειπών

δεδομένων είναι αναμενόμενο να μην είναι τόσο ακριβής, ιδίως σε άτομα που οι καρδιακοί παλμοί δεν αυξάνονται όσο απαιτείται.

Γ'.3.5 Heart Rate Recovery

Η συνεχόμενη καταγραφή των καρδιακών παλμών κατά την άσκηση, αλλά και την αποκατάσταση, δίνουν άλλο ένα ισχυρό χαρακτηριστικό στην fitness κατηγορία το οποίο συχνά παραβλέπεται. Το HRR ορίζεται ως το πόσο γρήγορα χαμηλώνει ο καρδιακός παλμός τη στιγμή που θα σταματήσει η άσκηση ακριβώς. Συνήθως η μέτρηση γίνεται σε διάστημα ενός λεπτού. Η συγκεκριμένη μέτρηση δεν δείχνει μόνο αρκετές πληροφορίες για τη φυσική κατάσταση του χρήστη, αλλά και πιθανά προβλήματα. Το HRR εάν είναι λιγότερο από 12 καρδιακούς παλμούς, μετά από 1 λεπτό θα θεωρηθεί μια μη φυσιολογική τιμή και θα είναι ένα σημάδι για τον χρήστη ότι θα πρέπει να προβεί σε ιατρικές εξετάσεις. Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται ο τρόπος εμφάνισης της άσκησης στα Apple Watches και στα δεξιά η αναφερόμενη τιμή στο HRR σε διαστήματα ενός και δύο λεπτών.



Σχήμα Γ' 2: Εμφάνιση του HRR [47]

Η συγκεκριμένη μέτρηση παίρνει και αναλύει περαιτέρω τα δεδομένα της καταγραφής των καρδιακών παλμών τα οποία, όπως αναφέρθηκε, θεωρούνται έγκυρα.

Γ'.3.6 Heart Rate Variability

Το HRV είναι μια λειτουργία την οποία δεν διαθέτουν όλα τα smartwatches. Είναι μια μέτρηση της διακύμανσης του χρόνου μεταξύ διαδοχικών καρδιακών παλμών. Αντί να μετράει απλώς τον αριθμό των παλμών ανά λεπτό (καρδιακή συχνότητα), το HRV αναλύει τις μικρές διακυμάνσεις στον χρόνο μεταξύ αυτών των παλμών. Αυτές οι διακυμάνσεις είναι φυσιολογικές και επηρεάζονται από το αυτόνομο νευρικό σύστημα. Η ανάλυση του HRV προσφέρει σημαντικές πληροφορίες για την υγεία του ατόμου, το οποίο μπορεί να συνεισφέρει στην προσαρμογή ενός υγιεινού τρόπου διαβίωσης και να βελτιωθεί η ποιότητα ζωής. Για τη συγκεκριμένη μέτρηση είναι δύσκολο να οριστούν φυσικές και αφύσικες τιμές γιατί δεν υπάρχουν προς το παρόν μελέτες ώστε να οριστούν τα φυσιολογικά όρια. Υπάρχουν κάποια δεδομένα όμως από άτομα που χρησιμοποιούν συσκευές καταγραφής HRV. Η μέση μέτρηση σε περισσότερα από 24.000 άτομα βρέθηκε να είναι τα 59 ms και αποδεικνύεται ότι τα άτομα με μικρότερη ηλικία έχουν υψηλότερο HRV. Το HRV επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από την άσκηση και το άγχος. Επειδή δεν υπάρχει γενικότερα μια επαρκής έρευνα για τη μέτρηση HRV δεν γίνεται να υπάρξει κάποια εκτίμηση για την ακρίβεια του συγκεκριμένου χαρακτηριστικού στα Smartwatches.

Γ'.3.7 Μέτρηση Οξυγόνου αίματος

Τα περισσότερα flagship smartwatch έχουν τη δυνατότητα να μετρήσουν το ποσοστό οξυγόνου αίματος του χρήστη. Η έρευνα που υπάρχει για την μέτρηση SpO2 στα smartwatch είναι σχετικά μικρή, ωστόσο έχουν βρεθεί ισχυρές συσχετίσεις των τιμών από τα Apple Watches με τα ιατρικά οξύμετρα, αλλά δεν υπάρχουν αρκετά δεδομένα για το ποσοστό ακριβείας. Πρόσφατα, όμως, ο FDA έδωσε έγκριση στην Samsung για να χρησιμοποιήσει τον αισθητήρα των ρολογιών της ως σημάδι για την υπνική άπνοια. Οι συγκεκριμένες μετρήσεις του οξυγόνου μπορούν να βοηθήσουν στη διάγνωση ασθενειών που σχετίζονται με το ποσοστιαίο οξυγόνο που έχει ο χρήστης.

Γ'.3.8 Παρακολούθηση ύπνου

Μια άλλη συνηθισμένη λειτουργία που διαθέτουν τα περισσότερα σύγχρονα smartwatches είναι η παρακολούθηση του ύπνου. Η ανίχνευση των φάσεων του ύπνου γίνεται με την τεχνολογία actigraphy και έχει επικυρωθεί επανειλημμένα με την μέτρηση της διάρκειας του ύπνου με το πρότυπο Polysomnography. Η συγκεκριμένη τεχνολογία χρησιμοποιεί επιταχυνσιόμετρα και στις προηγμένες συσκευές προστίθενται συνεχώς και άλλοι αισθητήρες για να γίνει αντιληπτό εάν ο χρήστης κοιμάται ή αν είναι ξύπνιος. Αυτές οι πληροφορίες είναι πολύ χρήσιμες για τους ιατρούς, καθώς υπάρχει μια πολύ καλή βιβλιογραφία που αποδεικνύει ότι ο ανεπαρκής ύπνος σχετίζεται με αυξημένη θνησιμότητα και συμβάλλει στην ανάπτυξη νοσημάτων.

Οι χρήστες μπορούν να μοιραστούν τα δεδομένα με ιατρούς και αυτοί με τη σειρά τους να προβούν σε διάγνωση ή να δώσουν συμβουλές για τη βελτίωση της υγείας.

Γ'.4 Κίνδυνοι από τη χρήση των Smartwatches

Πολλά από τα χαρακτηριστικά που διαθέτουν τα smartwatches δεν είναι πιστοποιημένα. Πάρα ταύτα στην αγορά υπάρχουν και συσκευές που δεν προέρχονται από κάποιο μεγάλο κατασκευαστή και οι μετρήσεις τους μπορεί να είναι ανακριβείς. Ο FDA [45] τον Φεβρουάριο του 2024 προειδοποίησε τους χρήστες ότι δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούν τα smartwatches για τη μέτρηση της γλυκόζης στο αίμα, καθώς κυκλοφορούν κάποια ρολόγια που υποστηρίζουν πως έχουν αυτή την δυνατότητα, αλλά στην πραγματικότητα δεν έχει δοθεί γενικότερη έγκριση σε κανένα smartwatch για αυτή τη δυνατότητα μέτρησης. Η πρόταση του FDA στους χρήστες, στους ασθενείς και στους φροντιστές των ασθενών είναι να μην αγοράσουν και να μην επιχειρήσουν να χρησιμοποιήσουν συσκευές, οι οποίες αναφέρουν ότι περιέχεται η ικανότητα μέτρησης της γλυκόζης στο αίμα, καθώς αυτές μπορούν να οδηγήσουν σε λανθασμένες μετρήσεις.

Πολλές φορές οι χρήστες, όταν εμφανίζεται στην επιφάνεια το ιατρικό κομμάτι, δείχνουν τυφλή εμπιστοσύνη στις συσκευές τους, το οποίο μπορεί να αποβεί μοιραίο. Επισημαίνεται ότι τα smartwatches δεν περιλαμβάνουν τα κατάλληλα εφόδια και προδιαγραφές για να μπορέσουν να αντικαταστήσουν τις ιατρικές εξετάσεις και τις διαγνώσεις. Ωστόσο, μπορεί η χρήση τους να οδηγήσει σε μια πρώιμη εύρεση και διάγνωση κάποιου προβλήματος.

Γ'.5 Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, η χρησιμότητα των smartwatches είναι σπουδαία, καθώς μπορούν να βοηθήσουν τον χρήστη στην καθημερινότητα του σε πολύ μεγάλο βαθμό. Τα πολύτιμα αυτά gadgets έχουν εξελιχθεί τεχνολογικά προσφέροντας πολλές πολυμεσικές δυνατότητες. Στο κομμάτι της ιατρικής, αδιαμφισβήτητα, μπορούν να δώσουν σημαντικές πληροφορίες για πιθανά προβλήματα, αλλά και στην παροχή βοήθειας ώστε να βελτιώσει ο χρήστης την υγεία και ευεξία του. Πλέον αποτελεί για τους περισσότερους αθλητές ένα απαραίτητο εργαλείο για την προπόνηση τους και τη σωστή διάπλαση της σωματικής τους κατάστασης. Όμως είναι απαραίτητο να τονιστεί ότι τα smartwatches αποτελούν αρωγό για την ευημερία και την προστασία της υγείας του ατόμου και όχι το μέσο με το οποίο θα γίνει μια διάγνωση, καθώς κανένα μέσο τεχνολογίας δεν έχει, ακόμη, τη δυνατότητα να αντικαταστήσει την αξιοπιστία της φυσικής ιατρικής γνώμης.

Βιβλιογραφία

- [1] M. Dehghani, “Exploring the motivational factors on continuous usage intention of smartwatches among actual users,” 2018, doi: 10.1080/0144929X.2018.1424246.
- [2] R. Liu, P. Ece, and F. X. Lin, “Understanding the Characteristics of Android Wear OS,” 2016, doi: 10.1145/2906388.2906398.
- [3] G. Privalova, “Technology behind watchOS applications for Apple Watch,” 2019, Accessed: May 26, 2024. [Online]. Available: <http://www.theseus.fi/handle/10024/172860>
- [4] C. G. Bender, J. C. Hoffstot, B. T. Combs, S. Hooshangi, and J. Cappos, “Measuring the Fitness of Fitness Trackers”.
- [5] R. Gilgen-Ammann, T. Schweizer, and T. Wyss, “Accuracy of Distance Recordings in Eight Positioning-Enabled Sport Watches: Instrument Validation Study”, doi: 10.2196/17118.
- [6] Y. Lou, • Fu Zheng, S. Gu, C. Wang, H. Guo, and Y. Feng, “Multi-GNSS precise point positioning with raw single-frequency and dual-frequency measurement models”, doi: 10.1007/s10291-015-0495-8.
- [7] B. Balint and M. Alexandru, “SMART WATCH CONTROLLED BY MOBILE PHONE VIA BLUETOOTH,” *Review of the Air Force Academy*, no. 1, p. 2017, doi: 10.19062/1842-9238.2017.15.1.6.
- [8] H. Aksu, A. Selcuk Uluagac, and E. S. Bentley, “Identification of Wearable Devices with Bluetooth,” 2018, doi: 10.1109/TSUSC.2018.2808455.
- [9] A. S. Tulshan and S. N. Dhage, “Survey on virtual assistant: Google assistant, Siri, Cortana, Alexa,” *Communications in Computer and Information Science*, vol. 968, pp. 190–201, 2019, doi: 10.1007/978-981-13-5758-9_17/FIGURES/4.
- [10] H. Kolamunna *et al.*, “A First Look at SIM-Enabled Wearables in the Wild,” 2018, doi: 10.1145/3278532.3278540.
- [11] X. Chen, W. Chen, K. Liu, C. Chen, and L. Li, “Comparative Study of Smartphone and Smartwatch Apps”, doi: 10.1145/3412841.3442023.
- [12] C. Till, “Spotify as a technology for integrating health, exercise and wellness practices into financialised capitalism,”

<https://doi.org/10.1177/20539517231210278>, vol. 10, no. 2, Oct. 2023, doi: 10.1177/20539517231210278.

- [13] R. D. Kulkarni, "Near Field Communication (NFC) Technology and Its Application," *Techno-Societal 2020*, pp. 745–751, 2021, doi: 10.1007/978-3-030-69921-5_74.
- [14] C. Siepmann and P. Kowalczyk, "Understanding continued smartwatch usage: the role of emotional as well as health and fitness factors", doi: 10.1007/s12525-021-00458-3/Published.
- [15] G. Y. Lui, D. Loughnane, C. Polley, T. Jayarathna, and P. P. Breen, "The Apple Watch for Monitoring Mental Health-Related Physiological Symptoms: Literature Review.," *JMIR Ment Health*, vol. 9, no. 9, p. e37354, Sep. 2022, doi: 10.2196/37354.
- [16] T. Chalmers *et al.*, "Stress Watch: The Use of Heart Rate and Heart Rate Variability to Detect Stress: A Pilot Study Using Smart Watch Wearables," *Sensors 2022, Vol. 22, Page 151*, vol. 22, no. 1, p. 151, Dec. 2021, doi: 10.3390/S22010151.
- [17] M. A. Serhani, H. T. El Kassabi, H. Ismail, and A. N. Navaz, "ECG Monitoring Systems: Review, Architecture, Processes, and Key Challenges," *Sensors 2020, Vol. 20, Page 1796*, vol. 20, no. 6, p. 1796, Mar. 2020, doi: 10.3390/S20061796.
- [18] M. Strik *et al.*, "The use of smartwatch electrocardiogram beyond arrhythmia detection," *Trends Cardiovasc Med*, vol. 34, no. 3, pp. 174–180, Apr. 2024, doi: 10.1016/J.TCM.2022.12.006.
- [19] S. Gupta, A. Mahmoud, and M. R. Massoomi, "A Clinician's Guide to Smartwatch 'Interrogation,'" *Curr Cardiol Rep*, vol. 24, no. 8, pp. 995–1009, Aug. 2022, doi: 10.1007/S11886-022-01718-0/FIGURES/11.
- [20] N. F. M. X. Tan, K. W. Tham, C. K. E. Ho, and C. L. W. Ng, "Resting metabolic rate in healthy Singaporeans: Performance of the Harris-Benedict equation and a new predictive model," *Proceedings of Singapore Healthcare*, vol. 32, Jan. 2023, doi: 10.1177/20101058231156628/ASSET/IMAGES/LARGE/10.1177_20101058231156628-FIG2.JPEG.
- [21] B. Kumar Dey, R. Khan, and M. Kunai, "Analysis of Fitness Based on Smart Watch Data Article in INTERANTIONAL," *JOURNAL OF SCIENTIFIC*

RESEARCH IN ENGINEERING AND MANAGEMENT, 2024, doi: 10.55041/IJSREM28514.

- [22] E. C. Holmstrand *et al.*, “Digital hypertension management: clinical and cost outcomes of a pilot implementation of the OMRON hypertension management platform,” *Front Digit Health*, vol. 5, p. 1128553, Sep. 2023, doi: 10.3389/FDGTH.2023.1128553/BIBTEX.
- [23] Y. Lee, J. Park, S. Park, J. Seo, and H. Y. Lee, “Stability of watch-based blood pressure measurements analyzed by pre-post calibration differences,” *IEEE Open J Eng Med Biol*, 2024, doi: 10.1109/OJEMB.2024.3384488.
- [24] M. Falter *et al.*, “Smartwatch-Based Blood Pressure Measurement Demonstrates Insufficient Accuracy,” *Front Cardiovasc Med*, vol. 9, p. 958212, Jul. 2022, doi: 10.3389/FCVM.2022.958212/BIBTEX.
- [25] Y. Jiang Id, C. Spies, J. Magin Id, S. J. Bhosai, L. Snyder, and J. Dunnid, “Investigating the accuracy of blood oxygen saturation measurements in common consumer smartwatches,” *PLOS Digital Health*, vol. 2, no. 7, p. e0000296, Jul. 2023, doi: 10.1371/JOURNAL.PDIG.0000296.
- [26] E. R. Sung, Z. Hassan, and J. S. Allam, “Emerging Technologies and Wearables for Monitoring and Managing Sleep Disorders in Patients with Cardiovascular Disease,” *Curr Sleep Med Rep*, vol. 10, no. 2, pp. 158–168, Jun. 2024, doi: 10.1007/S40675-024-00280-1/TABLES/3.
- [27] L. Chang *et al.*, “SleepGuard: Capturing Rich Sleep Information Using Smartwatch Sensing Data,” *Proc. ACM Interact. Mob. Wearable Ubiquitous Technol*, vol. 2, no. 98, p. 34, 2018, doi: 10.1145/3264908.
- [28] C. R. Bellenger, D. J. Miller, S. L. Halson, G. D. Roach, and C. Sargent, “Wrist-based photoplethysmography assessment of heart rate and heart rate variability: Validation of whoop,” *Sensors*, vol. 21, no. 10, p. 3571, May 2021, doi: 10.3390/S21103571/S1.
- [29] T. Hongo, S. Yamamoto, T. Nojima, H. Naito, A. Nakao, and T. Yumoto, “Automatic emergency calls from smartphone/smartwatch applications in trauma,” *Acute Medicine & Surgery*, vol. 10, no. 1, Jan. 2023, doi: 10.1002/AMS2.875.

- [30] T. Rukasha, S. I. Woolley, T. Kyriacou, and T. Collins, "Evaluation of Wearable Electronics for Epilepsy: A Systematic Review," *Electronics* 2020, Vol. 9, Page 968, vol. 9, no. 6, p. 968, Jun. 2020, doi: 10.3390/ELECTRONICS9060968.
- [31] G. Regalia, F. Onorati, M. Lai, C. Caborni, and R. W. Picard, "Multimodal wrist-worn devices for seizure detection and advancing research: Focus on the Empatica wristbands," *Epilepsy Res*, vol. 153, pp. 79–82, Jul. 2019, doi: 10.1016/J.EPLEPSYRES.2019.02.007.
- [32] M. Knudson, T. H. Thomsen, and T. W. Kjaer, "Comparing Objective and Subjective Measures of Parkinson's Disease Using the Parkinson's KinetiGraph," *Front Neurol*, vol. 11, p. 570833, Nov. 2020, doi: 10.3389/FNEUR.2020.570833/BIBTEX.
- [33] T. Dominey *et al.*, "Introducing the Parkinson's KinetiGraph into Routine Parkinson's Disease Care: A 3-Year Single Centre Experience," *J Parkinsons Dis*, vol. 10, no. 4, p. 1827, 2020, doi: 10.3233/JPD-202101.
- [34] A. L. Owen, J. J. Forsyth, D. P. Wong, A. Dellal, S. P. Connelly, and K. Chamari, "Heart rate-based training intensity and its impact on injury incidence among elite-level professional soccer players," *J Strength Cond Res*, vol. 29, no. 6, pp. 1705–1712, Jun. 2015, doi: 10.1519/JSC.0000000000000810.
- [35] W. C. Miller, J. P. Wallace, and K. E. Eggert, "Predicting max HR and the HR-VO₂ relationship for exercise prescription in obesity.," *Med Sci Sports Exerc*, vol. 25, no. 9, pp. 1077–1081, Sep. 1993, doi: 10.1249/00005768-199309000-00017.
- [36] A. T. Scanlan *et al.*, "A comparison of traditional and modified Summated-Heart-Rate-Zones models to measure internal training load in basketball players," *Meas Phys Educ Exerc Sci*, vol. 22, no. 4, pp. 303–309, Oct. 2018, doi: 10.1080/1091367X.2018.1445089.
- [37] J. F. Hafer, J. F. Silvernail, H. J. Hillstrom, and K. A. Boyer, "Changes in coordination and its variability with an increase in running cadence," *J Sports Sci*, vol. 34, no. 15, pp. 1388–1395, 2016, doi: 10.1080/02640414.2015.1112021.
- [38] J. R. Alvero-Cruz *et al.*, "Cooper Test Provides Better Half-Marathon Performance Prediction in Recreational Runners Than Laboratory Tests," *Front*

- Physiol*, vol. 10, p. 475924, Nov. 2019, doi: 10.3389/FPHYS.2019.01349/BIBTEX.
- [39] S. L. Halson, “Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes,” *Sports Medicine*, vol. 44, no. 2, pp. 139–147, Nov. 2014, doi: 10.1007/S40279-014-0253-Z/TABLES/2.
- [40] P. Kaikkonen, A. Nummela, and H. Rusko, “Heart rate variability dynamics during early recovery after different endurance exercises,” *Eur J Appl Physiol*, vol. 102, no. 1, pp. 79–86, Dec. 2007, doi: 10.1007/S00421-007-0559-8/FIGURES/4.
- [41] A. K. Schalkamp, K. J. Peall, N. A. Harrison, and C. Sandor, “Wearable movement-tracking data identify Parkinson’s disease years before clinical diagnosis,” *Nature Medicine* 2023 29:8, vol. 29, no. 8, pp. 2048–2056, Jul. 2023, doi: 10.1038/s41591-023-02440-2.
- [42] S. Nazarian, K. Lam, A. Darzi, and H. Ashrafian, “Diagnostic accuracy of smartwatches for the detection of cardiac arrhythmia: Systematic review and meta-analysis,” *J Med Internet Res*, vol. 23, no. 8, p. e28974, Aug. 2021, doi: 10.2196/28974.
- [43] S. Gupta, A. Mahmoud, and M. R. Massoomi, “A Clinician’s Guide to Smartwatch ‘Interrogation,’” *Curr Cardiol Rep*, vol. 24, no. 8, pp. 995–1009, Aug. 2022, doi: 10.1007/S11886-022-01718-0/FIGURES/11.
- [44] A. E. Paluch *et al.*, “Steps per Day and All-Cause Mortality in Middle-aged Adults in the Coronary Artery Risk Development in Young Adults Study,” *JAMA Netw Open*, vol. 4, no. 9, pp. e2124516–e2124516, Sep. 2021, doi: 10.1001/JAMANETWORKOPEN.2021.24516.
- [45] D. Ernst, “FDA Warns of Unauthorized Smartwatches, Smart Rings That Claim to Measure Blood Glucose.,” *MPR Monthly Prescribing Reference*, p. NA-NA, Feb. 2024, Accessed: May 26, 2024. [Online]. Available: <https://go.gale.com/ps/i.do?p=HRCA&sw=w&issn=08830266&v=2.1&it=r&iid=GALE%7CA783617032&sid=googleScholar&linkaccess=fulltext>
- [46] WearOS Webiste: <https://wearos.google.com/>
- [47] Apple Website: <https://www.apple.com/>
- [48] Trails-Endurance Website: <https://trails-endurance.com/>

- [49] Nfc Forum Website: <https://nfc-forum.org/>
- [50] Ijunkie Website: <https://ijunkie.com/>
- [51] Cnet Website: <https://www.cnet.com/>
- [52] Samsung Website: <https://www.samsung.com/>
- [53] Runtothefinish Website: <https://www.runtothefinish.com/>
- [54] Coros Webiste: <https://coros.com/>

Συντμήσεις

Wi-Fi

Wireless Fidelity

SIM

Subscriber Identity Module

SMS

Short Message Service

GPS

Global Positioning System

NFC

Near Field Communication

HRV

Heart Rate Variability

HRR

Heart Rate Recovery

ECG

Electrocardiogram

BMR

Basal Metabolic Rate

REM

Rapid Eye Movement

FDA

Food and Drug Administration

CFDA

China Food and Drug Administration

MFDS

Ministry of Food and Drug Safety

ID

Identity Document

PDF

Portable Document Format

ANT

Adaptive Network Topology

hPa

Hectopascal

ETA

Estimated Time of Arrival

TSS	Training Stress Score
-----	-----------------------

FTP	Functional Threshold Power
-----	----------------------------

POI	Point of Interest
-----	-------------------

Gadgets	Διάφορες ηλεκτρονικές συσκευές συνήθως μικρού μεγέθους
Bluetooth	Πρότυπο ασύρματης μετάδοσης συσκευών σε μικρή απόσταση
Sportwatches, Activity Trackers, Fitness Trackers	Διάφορα είδη από smartwatches που επικεντρώνονται στην φυσική κατάσταση του χρήστη
Multi Band GPS	Χρησιμοποιεί σήματα από πολλαπλές συχνότητες δορυφόρων για βελτιωμένη ακρίβεια και αξιοπιστία θέσης
Solar Panel	Τρόπος για φόρτιση μέσω του ήλιου
Wearables	Διάφορες ηλεκτρονικές συσκευές που τις φοράει ο χρήστης
Quick Replies	Προεπιλεγμένες γρήγορες απαντήσεις σε κάποιο μήνυμα ή κλήση
Streaming	Συνεχής μετάδοση δεδομένων από το διαδίκτυο χωρίς να χρειάζεται η λήψη του αρχείου, για παράδειγμα μουσική
Resources	Η ενέργεια που διαθέτει ο χρήστης
Crash Detection	Ανίχνευση κάποιου τροχαίου ατυχήματος
Fall Detection	Ανίχνευση πτώσης
Medical ID	Προσωπικές ιατρικές πληροφορίες σε ηλεκτρονική μορφή
Estimated Time of Arrival	Ο χρονική στιγμή που έχει υπολογιστεί για την άφιξη σε έναν προορισμό
Structured Workouts	Προκαθορισμένα προγράμματα προπόνησης που ακολουθούν μια συγκεκριμένη δομή και αλληλουχία

Training Stress	Η μέτρηση επιβάρυνσης του σώματος από την άσκηση
Lap Button	Το κουμπί που επιτρέπει την καταγραφή συγκεκριμένων τμημάτων κατά την προπόνηση
Point of Interest	Σημείο ειδικού ενδιαφέροντος στον τοπογραφικό χάρτη
Photoplethysmography	Μη επεμβατική τεχνική που χρησιμοποιείται για να μετρήσει τις μεταβολές του αίματος
Apps	Διάφορες εφαρμογές που χρησιμοποιούνται σε έξυπνες συσκευές όπως smartwatches και smartphones
Spotify, Apple Music	Streaming υπηρεσίες μουσικής
Messenger, What's App	Apps τα οποία χρησιμοποιούνται για συνομιλίες
Revolut	Τραπεζική εφαρμογή