



# ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

## **Ανάπτυξη βάσης δεδομένων για την καταχώριση και επεξεργασία ιατρικών βιοσημάτων**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗΣ ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ

**Επιβλέπων:** Δημήτριος – Διονύσιος Κουτσούρης

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2017





ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ  
ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

## Ανάπτυξη βάσης δεδομένων για την καταχώριση και επεξεργασία ιατρικών βιοσημάτων

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗΣ ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ

**Επιβλέπων:** Δημήτριος – Διονύσιος

Κουτσούρης, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή:

.....  
Κουτσούρης Δ.Δ.

Καθηγητής ΕΜΠ

.....  
Τσανάκας Παναγιώτης

Καθηγητής ΕΜΠ

.....  
Ματσόπουλος Γεώργιος

Αν. Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2017

.....  
**ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗΣ ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ**

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Κωνσταντινίδης Θ. Στυλιανός, 2017

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ' ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

## Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους με βοήθησαν κατά την εκπόνησή της.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα Καθηγητή κ. Δημήτριο – Διονύσιο Κουτσούρη που μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με ένα θέμα που ταίριαζε στα ενδιαφέροντά μου. Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους κκ. Νικόλαο Καραβά και Πέτρο Τουμπανιάρη για την έμπρακτη βοήθειά τους σε κάθε βήμα της εκπόνησης αυτής της εργασίας.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για όλα όσα μου έχουν προσφέρει για την ολοκλήρωση των σπουδών μου.



## Περίληψη

Ο σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάπτυξη μιας web εφαρμογής βάσης δεδομένων για την καταχώριση και επεξεργασία ιατρικών βιοσημάτων. Η βάση δεδομένων υποστηρίζει την εισαγωγή των πέντε ζωτικών σημείων (θερμοκρασία, σφυγμός, πίεση αίματος, αναπνευστικός ρυθμός, κορεσμού οξυγόνου) και των επιπέδων της κορτιζόλης στο αίμα.

Η βάση δεδομένων που αναπτύχθηκε στην παρούσα διπλωματική εργασία πρόκειται να εφαρμοστεί σε ένα ευρύτερο τρέχον project του Εργαστηρίου κατά το οποίο θα μετρούνται τα ζωτικά σημεία σε στρατιωτικά στελέχη κατά τη διάρκεια αθλητικών δραστηριοτήτων με στόχο την αξιολόγηση και πρόβλεψη της σωματικής και της ψυχολογικής κατάστασής τους.

Η βάση δεδομένων αναπτύχθηκε σε SQL ενώ η εφαρμογή web από την οποία ο χρήστης θα διαχειρίζεται τη βάση δεδομένων σε php.

Λέξεις-Κλειδιά: Βάση Δεδομένων, SQL, php, βιοσήματα, Ζωτικά σημεία του ανθρώπινου οργανισμού





## **Abstract**

The goal of this diploma thesis is the development of a database web application to be used for storing and assessing medical biosignals. The database supports the insertion of the five vital signs (core body temperature, heart rate, blood pressure, respiratory rate and oxygen saturation) and also of the levels of cortisol in blood.

The database developed in the present diploma thesis is going to be used in a wider ongoing project of the Biomedical NTUA LAB in which the vital signs of army soldiers will be collected during athletic activities of diverse intensity in order to assess their physical and mental health and predict their future states.

The database itself was developed in SQL while the web application to be used by the end-user was developed in php.

Keywords: Database, SQL, php, biosignals, Vital signs of the human body



## Πίνακας Περιεχομένων

Ευχαριστίες	5
Περίληψη	7
Abstract	9
Πίνακας Περιεχομένων	11
Ευρετήριο Εικόνων και Πινάκων	13
Κεφάλαιο 1 – Εισαγωγή	14
Κεφάλαιο 2 – Τα ζωτικά σημεία	18
2.1 – Αρτηριακή πίεση	18
2.2 - Θερμοκρασία σώματος	23
2.3 – Καρδιακός σφυγμός	25
2.4 – Αναπνευστική συχνότητα	30
2.5 – Κορεσμός οξυγόνου	32
2.6 – Επίπεδα κορτιζόλης	35
2.7 – Διαγνωστική ισχύς των ζωτικών σημείων	37
2.8 – Σύγχρονες μέθοδοι παρακολούθησης	38
Κεφάλαιο 3 – Δημιουργία της βάσης δεδομένων	40
3.1 Λειτουργικά προαπαιτούμενα της βάσης δεδομένων	40
3.2 Βασικές έννοιες	41
3.2.1 Σχεσιακές βάσεις δεδομένων	41

3.2.2 Κλειδιά	42
3.3 Το πρότυπο SQL	42
3.4 Ορισμός των σχέσεων της βάσης δεδομένων	43
3.4.1 Η εντολή create table	43
3.4.2 Περιορισμοί πεδίου τιμών στην SQL	44
3.4.3 Περιορισμοί ακεραιότητας στην SQL	45
3.4.4 Ορισμός των σχέσεων	45
3.5 Εισαγωγή, ανάκτηση, ενημέρωση και διαγραφή	48
3.6 Σχεσιακό σχήμα της βάσης δεδομένων	49
3.7 Κώδικας δημιουργίας της βάση δεδομένων	50
Κεφάλαιο 4: Διεπαφή της εφαρμογής web	54
Κεφάλαιο 5: Υλοποίηση της εφαρμογής web	60
5.1 Εργαλεία υλοποίησης	60
5.2 Η αρχιτεκτονική Model View Controller	60
5.3 Περιήγηση στον κώδικα php	63
Κεφάλαιο 6 – Συμπεράσματα	74
Βιβλιογραφία	76
Παράρτημα: Ο κώδικας της εφαρμογής web	80

## Ευρετήριο Εικόνων και Πινάκων

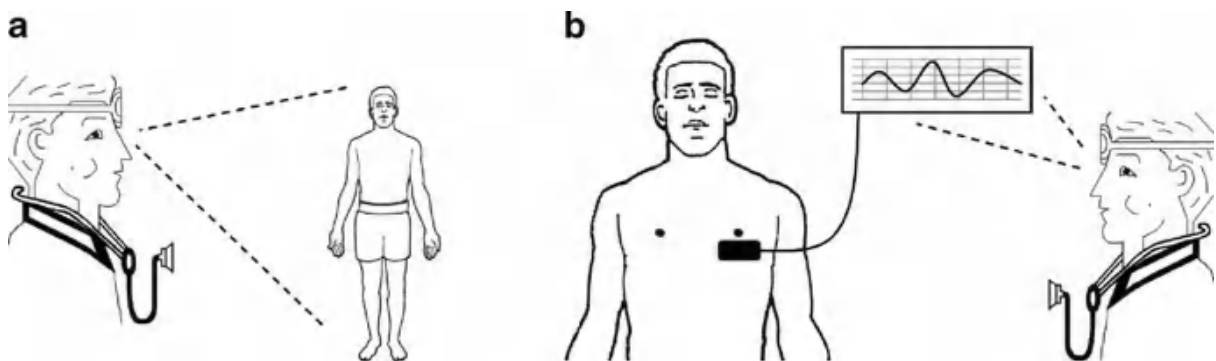
Εικόνα 1 – Ορισμός βιοσήματος	15
Εικόνα 2 - Κατηγοριοποιήσεις των βιοσημάτων	17
Εικόνα 3 - Το κυκλοφορικό σύστημα	20
Εικόνα 4 – Μεταβολή της πίεσης σε ένα 24ωρο	21
Εικόνα 5 – Η πίεση σε συνάρτηση με το φύλο και την ηλικία	22
Εικόνα 6 – Μέτρηση πίεσης με καθετηριασμό	23
Εικόνα 7 – Μεταβολή της θερμοκρασίας σε ένα 24ωρο	25
Εικόνα 8 – Εύρος μεταβολών της θερμοκρασίας	25
Εικόνα 9 – Οι φάσεις του καρδιακού κύκλου	27
Εικόνα 10 – Γράφημα μέγιστης καρδιακής συχνότητας και ηλικίας	28
Εικόνα 11 – Σημεία μέτρησης σφυγμού	28
Εικόνα 12 – Πώς απεικονίζεται η καρδιακή συχνότητα στο ECG	29
Εικόνα 13 – Η διαδικασία της αναπνοής	30
Εικόνα 14 – Η οξυγονωμένη αιμοσφαιρίνη	31
Εικόνα 15 – Συνάρτηση κορεσμού και υψομέτρου	32
Εικόνα 16 – Φάσμα απορρόφησης αιμοσφαιρινών	33
Εικόνα 17 – Οι κύριοι αδένες του ενδοκρινικού συστήματος	35
Εικόνα 18 – Η μεταβολή της κορτιζόλης σε ένα 24ωρο	36
Εικόνα 19 – Αισθητήρας πίεσης, σφυγμού και κορεσμού για monitoring	38
Εικόνα 20 – Wearables για την παρακολούθηση βιοσημάτων	39
Εικόνα 20 – Η σχέση ΣΤΕΛΕΧΗ	47
Εικόνα 21 – Το σχεσιακό σχήμα της βάσης δεδομένων	50
Εικόνα 22 – Η homepage της βάσης δεδομένων	54

Εικόνα 23 – Το ευρετήριο της σχέσης ΣΤΕΛΕΧΗ	55
Εικόνα 24 – Το ευρετήριο μετά την αναζήτηση	55
Εικόνα 25 – Αναλυτική επισκόπηση των στοιχείων στελέχους	56
Εικόνα 26 – Φόρμα ενημέρωσης των στοιχείων στελέχους	57
Εικόνα 27 – Φόρμα προσθήκης στελέχους	57
Εικόνα 28 – Σφάλμα κατά τη λανθασμένη εισαγωγή	58
Εικόνα 29 – Ευρετήριο δραστηριοτήτων	58
Εικόνα 30 – Ευρετήριο μετρήσεων	59
Εικόνα 31 – Αρχιτεκτονική Model View Controller	61
Εικόνα 32 – Επέκταση της αρχιτεκτονικής MVC στο Yii 2.0	62
Εικόνα 33 – Ενδεικτικές συναρτήσεις συμμετοχής	75
Πίνακας 1 – Οι φυσιολογικές τιμές των ζωτικών σημείων	37
Πίνακας 2 – Οι φυσιολογικές τιμές σε ένα wireless σύστημα	39

# Κεφάλαιο 1 - Εισαγωγή

## Βιοσήματα

Το ανθρώπινο σώμα είναι πηγή γιγαντιαίου όγκου πληροφοριών, οι οποίες προκύπτουν από τις διεργασίες της ανθρώπινης φυσιολογίας και αντικατοπτρίζουν την μορφή και την εξέλιξή τους.<sup>[2]</sup> Οποιαδήποτε περιγραφή ενός φυσιολογικού φαινομένου μπορεί να οριστεί ως ένα *βιοσήμα*.<sup>[1]</sup> Επειδή ο αριθμός των μηχανισμών της ανθρώπινης φυσιολογίας είναι πρακτικά απεριόριστος, το πλήθος των δυνατών βιοσημάτων είναι τεράστιο.<sup>[10]</sup> Με την ευρύτερη έννοια, τα είδη των βιοσημάτων εκτείνονται από την οπτική εικόνα του ασθενούς έως την καταγραφή σημάτων από το ανθρώπινο σώμα με τη χρήση αισθητήρων, όπως το ηλεκτροκαρδιογράφημα (βλ. εικ. 1).<sup>[1]</sup> Η ποικιλία των βιοσημάτων φανερώνεται από την πληθώρα των διαφορετικών ταξινομήσεων που έχουν προταθεί κατά καιρούς. <sup>[1][11]</sup>



(Εικ. 1.1 Τα είδη των βιοσημάτων. Από την a) οπτική αξιολόγηση του ασθενούς μέχρι την b) εφαρμογή βιοϊατρικού αισθητήρα στον ασθενή.)

Ως πρώτο κριτήριο διάκρισης χρησιμοποιείται το αν το αίτιο παραγωγής τους βρίσκεται εντός ή εκτός του σώματος.<sup>[4]</sup> Το αίτιο της παραγωγής των ενδογενών βιοσημάτων βρίσκεται εντός του σώματος και ως εκ τούτου είναι διαθέσιμα οποιαδήποτε στιγμή. Για παράδειγμα, το ηλεκτροκαρδιογράφημα επάγεται από την ενδογενή φυσιολογική ηλεκτρική δραστηριότητα της καρδιάς.<sup>[3]</sup>

Αντιθέτως, τα *εξωγενή* βιοσήματα έπονται κάποιας εξωτερικής διέγερσης ή επαγωγής. Ως εκ τούτου, η διάρκειά τους δεν υπερβαίνει κατά πολύ αυτήν της εξωτερικής

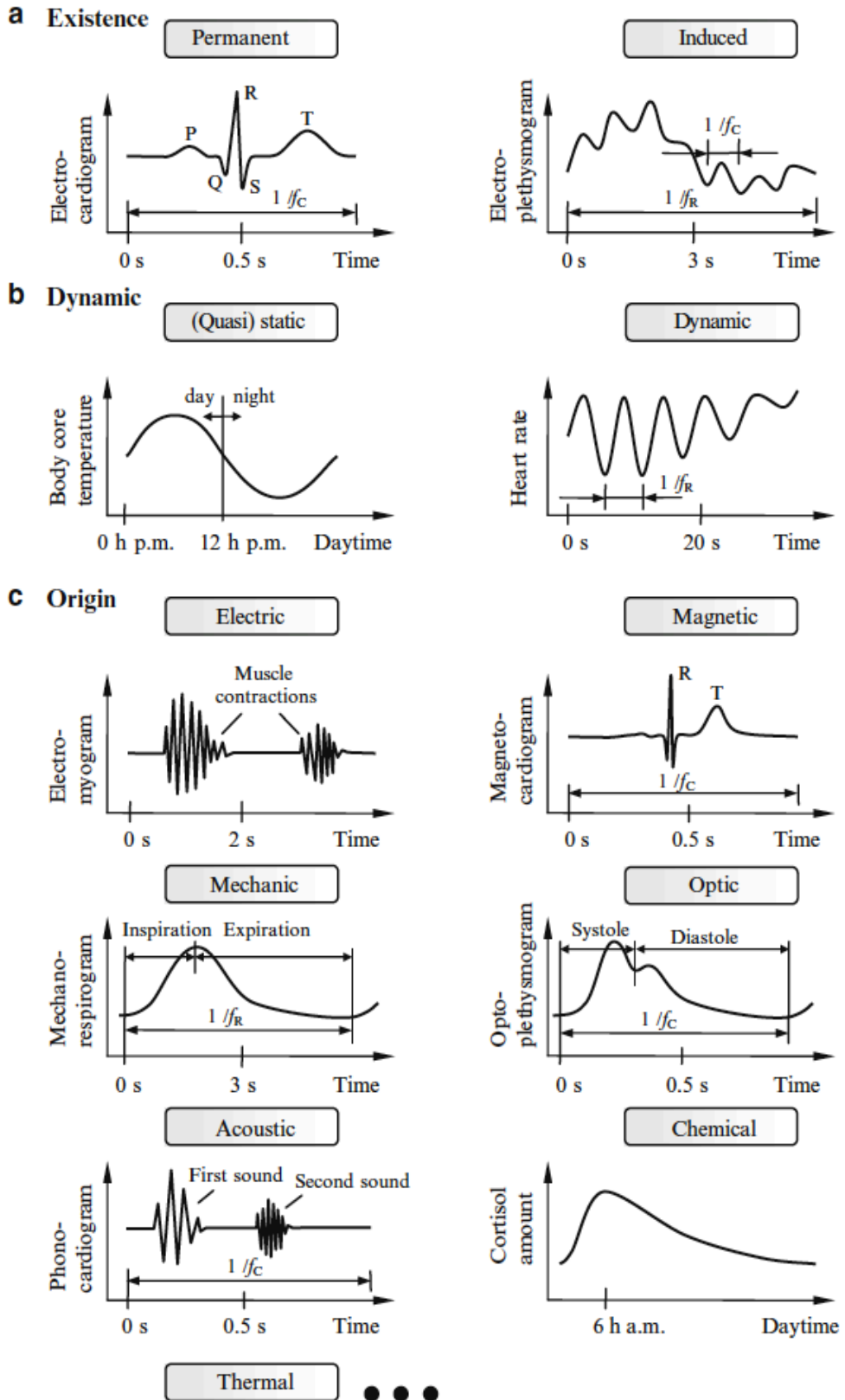
διέγερσης. Αφού η τεχνητή παρέμβαση σταματήσει, το επαγόμενο βιοσήμα μειώνεται ενώ καταγράφεται η αλληλεπίδρασή του με τον ιστό του σώματος. <sup>[56]</sup>

Μια δεύτερη βάση διαίρεσης των βιοσημάτων προκύπτει από την έκταση της φυσιολογικής μεταβλητότητάς τους στην εξέλιξη του χρόνου. Τα *στατικά* βιοσήματα παρουσιάζουν μικρές αλλαγές στην πορεία του χρόνου ενώ τα *δυναμικά* βιοσήματα υπόκεινται σε έντονες διαφοροποιήσεις στο πεδίο του χρόνου οι οποίες αντανακλούν τη δυναμική των φυσιολογικών μηχανισμών. <sup>[56]</sup> Για παράδειγμα, η θερμοκρασία του σώματος είναι ένα στατικό σήμα, εμφανίζοντας μικρές αλλαγές σε ένα εικοσιτετράωρο. <sup>[10]</sup> Όπως φαίνεται στην εικόνα 2.1b, αυξάνεται κατά τη διάρκεια των πρωινών ωρών ενώ μειώνεται πριν από τον ύπνο. Αντιθέτως, ο καρδιακός σφυγμός είναι ένα υψηλής δυναμικότητας βιοσήμα. <sup>[15]</sup> Η εξέλιξη του σφυγμού (Εικ. 2.1b) υπόκειται στην περιοδικότητα της αναπνοής, δηλαδή την αύξηση κατά την αναπνοή και τη μείωση κατά την εκπνοή. <sup>[11]</sup>

Η τρίτη μέθοδος ταξινόμησης χρησιμοποιεί το αίτιο του βιοσημάτων ως βάση για την ταξινόμησή τους. Τα πιο διαδεδομένα αίτια <sup>[1]</sup> είναι :

- Ηλεκτρικά βιοσήματα
- Μαγνητικά βιοσήματα
- Μηχανικά βιοσήματα
- Οπτικά βιοσήματα
- Ακουστικά βιοσήματα
- Χημικά βιοσήματα
- Θερμικά βιοσήματα





(Εικ 1.2 Διαδεδομένες ταξινομήσεις των βιοσημάτων ανάλογα με την α) ύπαρξή τους β) τη δυναμική μεταβλητότητά τους και γ) το αίτιο παραγωγής τους.)

Τα *ηλεκτρικά βιοσήματα* περιλαμβάνουν, πέρα από το προαναφερθέν ηλεκτροκαρδιογράφημα, το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα, το οποίο αντανακλά την ηλεκτρική δραστηριότητα των νευρώνων στον εγκέφαλο<sup>[4]</sup>, ή και το ηλεκτρομυογράφημα, το οποίο αντανακλά την ηλεκτρική ενεργοποίηση των σκελετικών μυών.<sup>[5]</sup> Στην Εικόνα 1.2c απεικονίζεται ποιοτικά ένα ηλεκτρομυογράφημα. Τα μαγνητικά βιοσήματα αντανακλούν μαγνητικά πεδία που συνήθως επάγονται από μη στατικά ρεύματα που μεταφέρουν φυσιολογική πληροφορία. <sup>[1]</sup> Για παράδειγμα, στην εικ. 1.2c φαίνεται ένα μαγνητοκαρδιογράφημα, το οποίο καταγράφει το μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από το ρεύμα που παράγεται κατά την εκπόλωση και επαναπόλωση της καρδιάς. <sup>[6]</sup>

Τα *μηχανικά βιοσήματα* καταγράφουν μηχανικές λειτουργίες όπως την κίνηση, την πίεση ή τις σωματικές παραμορφώσεις. Ένα παράδειγμα είναι η σπιρομέτρηση που προσδιορίζει τη μηχανική λειτουργία των πνευμόνων και συγκεκριμένα τον όγκο και την ταχύτητα του εκπνεόμενου αέρα<sup>[7]</sup>. Τα *οπτικά βιοσήματα* παράγονται από τις οπτικές ιδιότητες των βιολογικών συστημάτων, συνήθως υπολογίζοντας την πορεία τεχνητού φωτός σε κάποιο μέσο. Οι καρδιακοί παλμοί μπορούν να αναγνωριστούν με τη φωτοπληθυσμογραφία<sup>[7]</sup>.

Τα *ακουστικά βιοσήματα* προκύπτουν από την καταγραφή ποικίλων ήχων του σώματος, από τον καρδιακό ήχο έως τον ήχο της κατάποσης. Για παράδειγμα, σε ένα φωνοκαρδιόγραφο (βλ. εικ. 1.2c) καταγράφονται οι ήχοι που δημιουργούνται από την καρδιά και τις μεγαλύτερες αρτηρίες της τοποθετώντας, επεμβατικά ή όχι, ένα μικρόφωνο κοντά της. <sup>[9]</sup> Τα *χημικά βιοσήματα* παρέχουν πληροφορίες για τα επίπεδα χημικών ουσιών στο σώμα. Για παράδειγμα, στην Εικ 1.2c φαίνεται η τυπική εξέλιξη των επιπέδων της ορμόνης κορτιζόλης στο αίμα κατά τη διάρκεια ενός εικοσιτετραώρου. <sup>[10]</sup> Τέλος, τα *θερμικά βιοσήματα* αποδίδουν την πληροφορία ετερόκλητων μηχανισμών απώλειας και απορρόφησης θερμότητας στο σώμα. <sup>[11]</sup> Για παράδειγμα, η θερμοκρασία του πυρήνα σώματος είναι ένα θερμικό βιοσήμα. <sup>[10]</sup>

## Κεφάλαιο 2 – Τα ζωτικά σημεία

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας θα επικεντρωθούμε στα παρακάτω θεμελιώδη βιοσήματα: την αρτηριακή πίεση, τη θερμοκρασία του σώματος, τον καρδιακό σφυγμό, την αναπνευστική συχνότητα, τον κορεσμό του οξυγόνου και τα επίπεδα της κορτιζόλης στο αίμα.

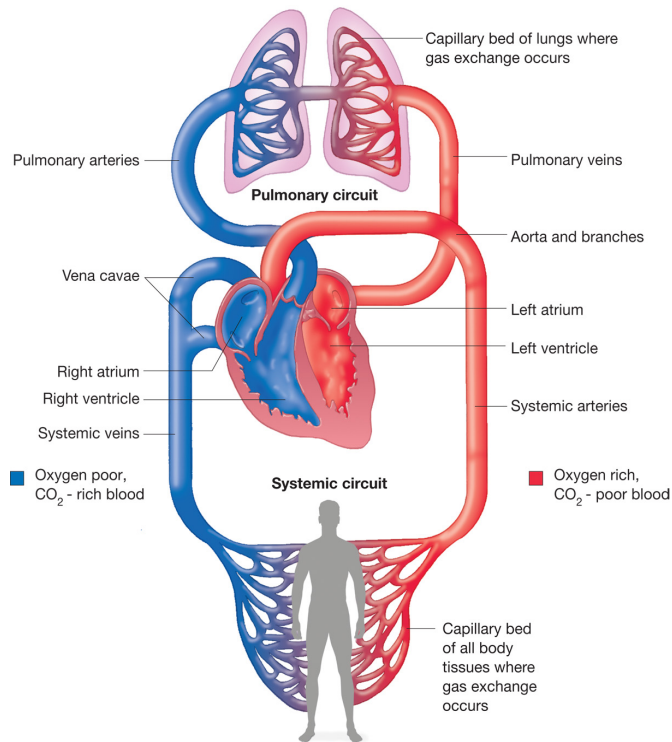
Τα πέντε πρώτα βιοσήματα συγκροτούν μια ομάδα που έχει καθιερωθεί να αποκαλείται **ζωτικά σημεία** επειδή αποτυπώνουν την κατάσταση ζωτικών λειτουργιών του σώματος. Ως έκτο ζωτικό σημείο έχουν χρησιμοποιηθεί, μεταξύ άλλων, η υποκειμενική αίσθηση του πόνου<sup>[12]</sup>, ο εμμηνοροϊκός κύκλος<sup>[13]</sup> καθώς και τα ποσοστά του εκπνεόμενου CO<sub>2</sub>.<sup>[14]</sup> Στα πλαίσια αυτής της εργασίας θα θεωρήσουμε ως έκτο ζωτικό σημείο τα επίπεδα της κορτιζόλης εξαιτίας της ευαισθησίας τους, όπως θα δούμε αργότερα, στην σωματική και ψυχική ένταση.

Θα ακολουθήσει μία παρουσίαση των έξι παραπάνω βιοσημάτων. Ο στόχος αυτού του κεφαλαίου είναι να παρουσιάσει το φυσιολογικό μηχανισμό με τον οποίο συνδέεται κάθε βιοσήμα, τις παραμέτρους του βιοσήματος και να παρουσιάσει τους παράγοντες μεταβολής και μεταβλητότητάς του.

### 2.1 Αρτηριακή πίεση

**Φυσιολογία του κυκλοφορικού συστήματος:** Η κυκλοφορία του αίματος στο σώμα χωρίζεται σε δύο ανεξάρτητα αλλά συνδεδεμένα σε σειρά υποσυστήματα (βλ. εικ. 2.1)<sup>[10]</sup> Το πρώτο υποσύστημα είναι η συστηματική κυκλοφορία, κατά την οποία το οξυγονωμένο αίμα (οξυγονωμένη αιμοσφαιρίνη) μεταφέρεται από την αριστερή κοιλία της καρδιάς μέσω των αιμοφόρων αγγείων στα τριχοειδή αγγεία και από εκεί στα όργανα και τους ιστούς του σώματος, όπου συμμετέχει στις μεταβολικές διεργασίες. Η διαδρομή αυτή στη συνέχεια αναστρέφεται και η αναχθείσα αιμοσφαιρίνη (αίμα φτωχό σε οξυγόνο) μεταφέρεται μέσω των φλεβών πίσω στην καρδιά, και συγκεκριμένα στη δεξιά κοιλία. Το δεύτερο υποσύστημα είναι η πνευμονική κυκλοφορία η οποία μεταφέρει την αναχθείσα αιμοσφαιρίνη από την

δεξιά κοιλιά μέσω της πνευμονικής αρτηρίας στους πνεύμονες για να προσδεθεί εκεί το οξυγόνο. Στη συνέχεια, η οξυγονωμένη πια αιμοσφαιρίνη επιστρέφει στην καρδιά μέσω της πνευμονικής φλέβας. [12]



(Εικ. 2.1 – Το κυκλοφορικό σύστημα. Η κόκκινη διαδρομή δείχνει την πορεία της οξυαιμοσφαιρίνης ενώ η μπλε της αναχθείσας αιμοσφαιρίνης)

**Ορισμός αρτηριακής πίεσης:** Ως αρτηριακή πίεση ορίζεται η πίεση που ασκεί το αίμα στα τοιχώματα των αιμοφόρων αγγείων, αναφέρεται δηλαδή στη συστηματική κυκλοφορία. Κατά έναν καρδιακό κύκλο η αρτηριακή πίεση διακυμαίνεται ανάλογα με την ώθηση που ασκεί η καρδιά στο αίμα. Ο όρος συστολική πίεση αναφέρεται στην μεγαλύτερη τιμή της πίεσης σε μία αρτηρία, η οποία λαμβάνεται λίγο μετά τη συστολή των κοιλιών, όταν το αίμα εξωθείται από την καρδιά. Αντίστοιχα, ο όρος διαστολική πίεση αναφέρεται στην ελάχιστη τιμή της πίεσης η οποία επιτυγχάνεται κατά τη χαλάρωση των κοιλιών, όταν εκείνες γεμίζουν με αίμα.<sup>[16]</sup> Η μονάδα μέτρησης της πίεσης είναι τα mmHg.

Η τιμή της πίεσης καθορίζεται από δύο παραμέτρους. Η πρώτη παράμετρος είναι η αιματική ροή, δηλαδή η ποσότητα του αίματος που ρέει από την αρτηρία ανά λεπτό,

ποσότητα που ταυτίζεται με την καρδιακή παροχή, την ποσότητα του αίματος που εξωθεί η καρδιά ανά λεπτό.<sup>[23]</sup> Η δεύτερη παράμετρος είναι η αντίσταση στη ροή του αίματος. Στον νόμο του Ohm για το καρδιαγγειακό σύστημα<sup>[16]</sup> αποτυπώνεται η ακριβής σχέση μεταξύ των μεγεθών:

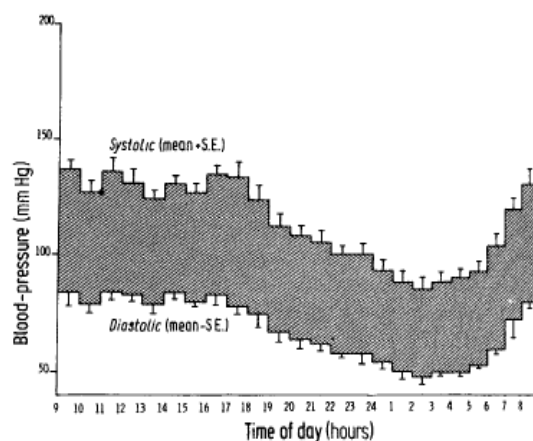
$$F = \frac{\Delta P}{R}$$

ενώ αντίσταση καθορίζεται από την εξίσωση Hagen-Poiseuille<sup>[16]</sup>

$$R = \frac{8\eta l}{\pi r^4}$$

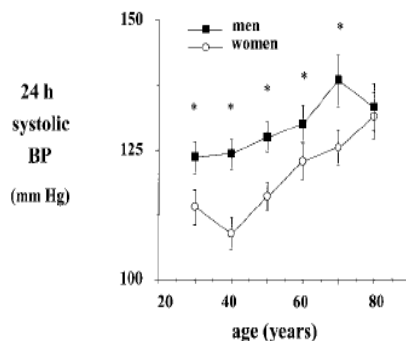
όπου  $\eta$  το ιξώδες του αίματος,  $l$  το μήκος του αιμοφόρου αγγείου και  $r$  η ακτίνα του.

**Παράγοντες μεταβολής:** Η αρτηριακή πίεση διακυμαίνεται κατά τη διάρκεια του 24ωρου (βλ. εικ. 2.2), με τις τιμές της να μειώνονται κατά τη διάρκεια της ημέρας, να φτάνουν στο ελάχιστό τους τις πρώτες πρωινές ώρες και στη συνέχεια να αυξάνονται μέχρι το μέγιστό τους που επιτυγχάνεται στις συνήθεις ώρες αφύπνισης.<sup>[17]</sup>



(Εικ 2.2 – Ωριαίες τιμές της συστολικής και διαστολικής πίεσης κατά τη διάρκεια του 24ωρου)

Επίσης επηρεάζεται από το φύλο και την ηλικία (βλ. εικ. 2.3), με τις να γυναίκες έχουν χαμηλότερη πίεση από τους άντρες ενώ την πάροδος της ηλικίας να οδηγεί στην αύξηση της πίεσης. [18]



(Εικ. 2.3 - Επίδραση της ηλικίας και του φύλου στη συστολική πίεση)

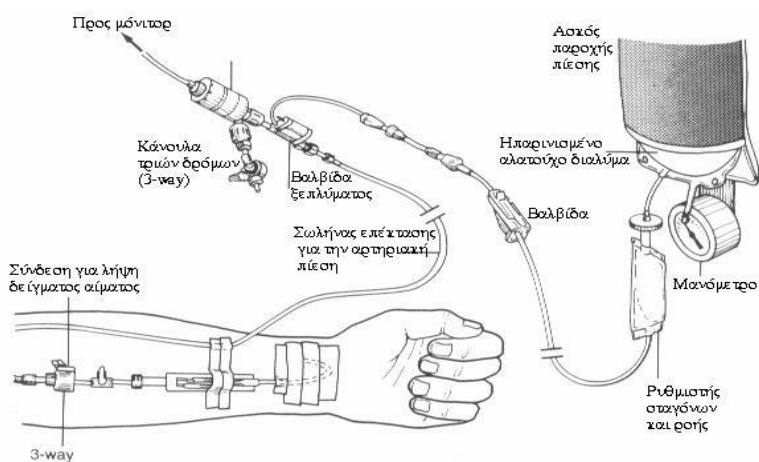
Επιπλέον, εξαρτάται από τη θέση, αφού σε όρθια στάση η πίεση είναι χαμηλότερη από την ύπτια [19], καθώς και από την άσκηση, αφού έχει βρεθεί ότι η αναερόβια μυϊκή άσκηση αυξάνει παροδικά την πίεση.[20]

**Διαγνωστική σημασία:** Φυσιολογικές τιμές αρτηριακής πίεσης είναι συστολική μέχρι 129 mmHg και διαστολική μέχρι 85mmHg. Η διάγνωση της υπέρτασης τίθεται όταν υπάρχουν πάνω από 3 μετρήσεις που δείχνουν αυξημένη τιμή αρτηριακής πίεσης (συστολική μεγαλύτερη του 140 και διαστολική μεγαλύτερη του 90mmHg). Οδηγεί σε υπερφόρτωση της αριστερής κοιλίας, αρτηριοσκλήρυνση η οποία φέρει ως συνέπεια το έμφραγμα του μυοκαρδίου, καρδιακή προσβολή και νευρική βλάβη. Τιμές συστολικής μεγαλύτερης του 129mmHg και μικρότερης του 140mmHg, καθώς και διαστολικής μεγαλύτερη του 85 και μικρότερη του 90mmHg ανήκουν στο όριο της προϋπέρτασης. Υπόταση καλείται η πτώση της αρτηριακής πίεσης κάτω από 100/50 mmHg. [7]

Η πίεση του αίματος παρέχει διαγνωστική πληροφορία σχετικά με την αποτελεσματικότητα της συστολής της αριστερής κοιλίας της καρδιάς, την ελαστικότητα του αρτηριακού συστήματος, την κατάσταση της περιφερειακής κυκλοφορίας και τη λειτουργική ακεραιότητα της αορτικής βαλβίδας.

**Τρόποι μέτρησης:** Οι τρόποι μέτρησης της πίεσης διαιρούνται σε δύο κατηγορίες, τους μη επεμβατικούς και τους επεμβατικούς, με την μετρούμενη αρτηριακή πίεση να ονομάζεται αντίστοιχα *αναίμακτη* και *αιματηρή*.<sup>[11]</sup>

Η επεμβατική μέτρηση της πίεσης επιτρέπει την άντληση περισσότερης πληροφορίας χάρη στην πρόσβαση σε διάφορα σημεία του αρτηριακού συστήματος (βλ. εικ. 2.4) . Ο πιο διαδεδομένος τρόπος περιλαμβάνει την τοποθέτηση καθετήρα σε κάποια αρτηρία και την εξαγωγή των δεδομένων χρησιμοποιώντας είτε μετατροπέα πίεσης (transducer) είτε στήλη υγρού. <sup>[21]</sup> Στην πρώτη περίπτωση, ο μετατροπέας μετατρέπει την μηχανική ενέργεια του αρτηριακού κύματος σε ηλεκτρική ενέργεια και ένα αξιόπιστο, μη παραμορφωμένο σήμα. Η μέτρηση της πίεσης με αρτηριακούς καθετήρες γίνεται συνήθως στις μονάδες εντατικής θεραπείας και κατά τη διάρκεια εγχειρήσεων. Συνήθως καθετηριάζεται η κερκιδική αρτηρία λόγω της επιφανειακής εντόπισής της.<sup>[21]</sup>



(Εικ. 2.4 - Μέτρηση πίεσης με καθετηριασμό)

Οι μη επεμβατικές μετρήσεις στηρίζονται είτε στην περιοδική δειγματοληψία είτε στη συνεχή καταγραφή. Στην πρώτη κατηγορία εντάσσεται η μέθοδος Riva-Rocci, όπου η συστολική πίεση προσδιορίζεται από την στιγμή της μέγιστης σύσφιξης του σφυγμομανόμετρου και η διαστολική μετά την παύση των λεγόμενων ήχων Korotkoff, που προκαλούνται από το στροβιλισμό του αίματος στο αγγείο. Ενώ στη δεύτερη κατηγορία ανήκει η μέθοδος του Jan Penaz και το σύστημα FinAPres. <sup>[22]</sup>

## 2.2 Θερμοκρασία του σώματος

**Φυσιολογία του συστήματος θερμορύθμισης:** Η βιοχημική λειτουργικότητα του σώματος συνδέεται με τη σταθερότητα της θερμοκρασίας, αφού σύμφωνα με τον νόμο του Arrhenius ο συντελεστής ταχύτητας  $k$  μίας αντίδρασης αυξάνεται εκθετικά ως προς τη θερμοκρασία:

$$k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}}$$

όπου  $k$  ο συντελεστής ταχύτητας της αντίδρασης,  $T$  η θερμοκρασία,  $A$  και  $E_a$  σταθερές που καθορίζονται από τη χημική αντίδραση και  $R$  η παγκόσμια σταθερά των αερίων.<sup>[24]</sup>

Ο μηχανισμός ρύθμισης της θερμοκρασίας σε σταθερές τιμές αποτελεί ένα σύστημα ελέγχου που εξισορροπεί την απώλεια και την παραγωγή θερμότητας.<sup>[25]</sup> Η παραγωγή θερμότητας είναι παρεπόμενο των μεταβολικών διεργασιών του οργανισμού ενώ η απώλεια θερμότητας επιτυγχάνεται με τη μεταφορά της θερμότητας στο δέρμα και από εκεί στο περιβάλλον.<sup>[25]</sup>

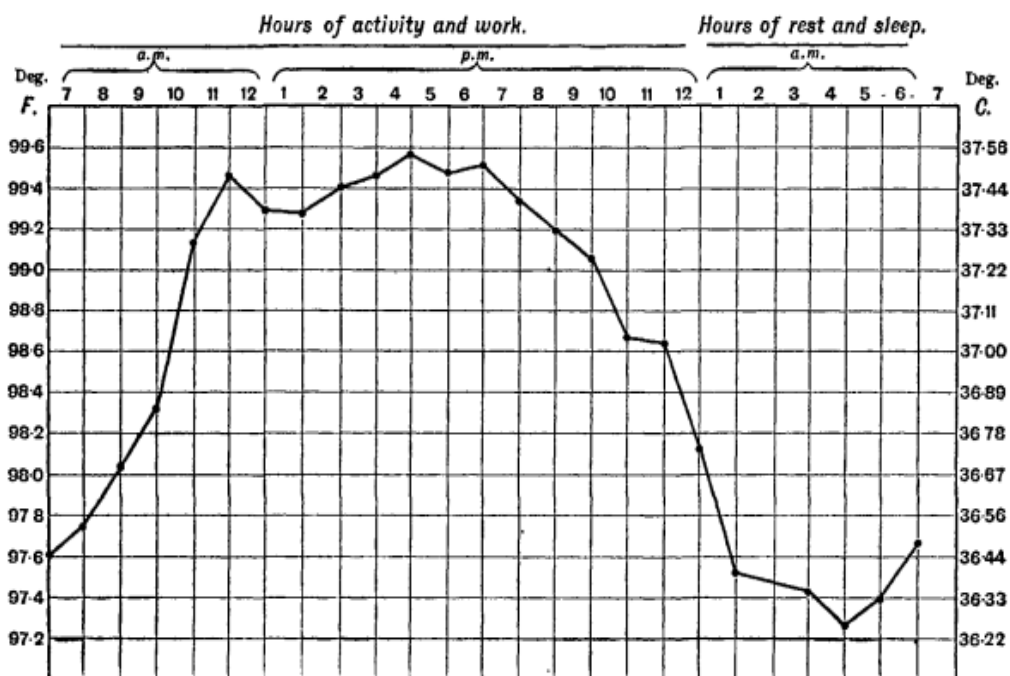
Η ρύθμιση επιτυγχάνεται από μηχανισμούς ελέγχου του νευρικού συστήματος, οι οποίοι διέρχονται από το θερμορυθμιστικό κέντρο στον υποθάλαμο του εγκεφάλου. Έχει προταθεί η θέση ότι η θερμοκρασία του σώματος αποτελεί έναν μηχανισμό ρύθμισης των νευρο-συμπεριφορικών επιδόσεων.<sup>[26]</sup>

**Παράμετροι βιοσήματος:** Οι τιμές της θερμοκρασίας στο εσωτερικό του σώματος (θερμοκρασία πυρήνα ή κεντρική θερμοκρασία) είναι αυτές που επηρεάζουν άμεσα τον οργανισμό. Η θερμοκρασία διαφέρει από το ένα σημείο του σώματος με το άλλο. Η ακριβέστερη μέτρηση για τη θερμοκρασία του πυρήνα δίνεται από το ορθό. Η μέση φυσιολογική τιμή σε αυτό το σημείο είναι 37.3. Ωστόσο, μπορεί να μετρηθεί και σε άλλα σημεία, όπως το στόμα ή η μασχάλη, τα οποία έχουν άλλες φυσιολογικές τιμές, με μικρές αποκλίσεις από τη θερμοκρασία του ορθού όμως. Για παράδειγμα, η θερμοκρασία στο στόμα είναι περίπου 36.6, δηλαδή έχει απόκλιση 0.7 βαθμών από τη φυσιολογική τιμή θερμοκρασίας του ορθού. Αυτό είναι αναμενόμενο, αφού η



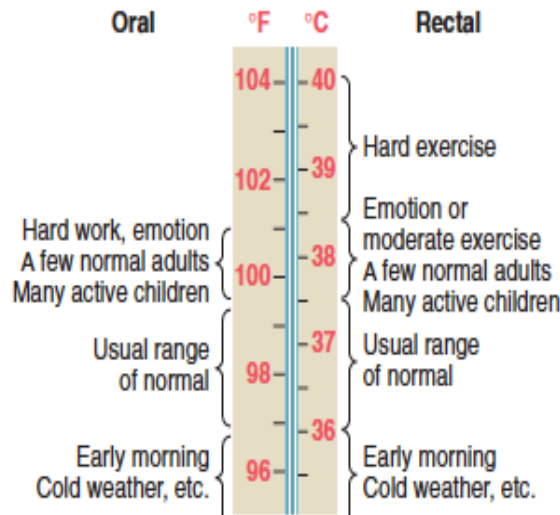
θερμοκρασία στο στόμα επηρεάζεται από την κατανάλωση υγρών, το κάπνισμα, το φαγητό ή ακόμα και την αναπνοή με ανοιχτό στόμα.<sup>[27]</sup>

**Πώς μεταβάλλεται:** Η θερμοκρασία του σώματος ακολουθεί τον κιρκάδιο ρυθμό του σώματος και η μεταβολή της στο εύρος του 24ωρου ακολουθεί συγκεκριμένη εξέλιξη (βλ. εικ. 2.5). Μάλιστα, η εξέλιξη της θεωρείται τόσο ακριβής ώστε χρησιμοποιείται σαν μέτρο σύγκρισης με τους άλλους βιολογικούς ρυθμούς του σώματος για την εξακρίβωση της ρύθμισής τους.<sup>[10]</sup> Η χαμηλότερη θερμοκρασία εντοπίζεται δύο περίπου ώρες πριν την αφύπνιση και η μεγαλύτερη προς το τέλος του απογεύματος, γύρω στις 6 το απόγευμα. <sup>[10]</sup>



(Εικόνα 2.5 - Εξέλιξη της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια ενός 24ωρου.)

Η θερμοκρασία, πέρα από την ώρα της ημέρας, επηρεάζεται επίσης από την αθλητική δραστηριότητα, τη συναισθηματική ένταση, τον κρύο καιρό, να υπάρχει κάποιο παθολογικό αίτιο, βλέπουμε πως οι τιμές της θερμοκρασίας μπορεί να μεταβληθούν σημαντικά εκτός του εύρους των φυσιολογικών τιμών (βλ. εικ. 2.6).



(Εικ. 2.6 - Εύρος μεταβολών της θερμοκρασίας του σώματος από μη παθολογικά αίτια.)

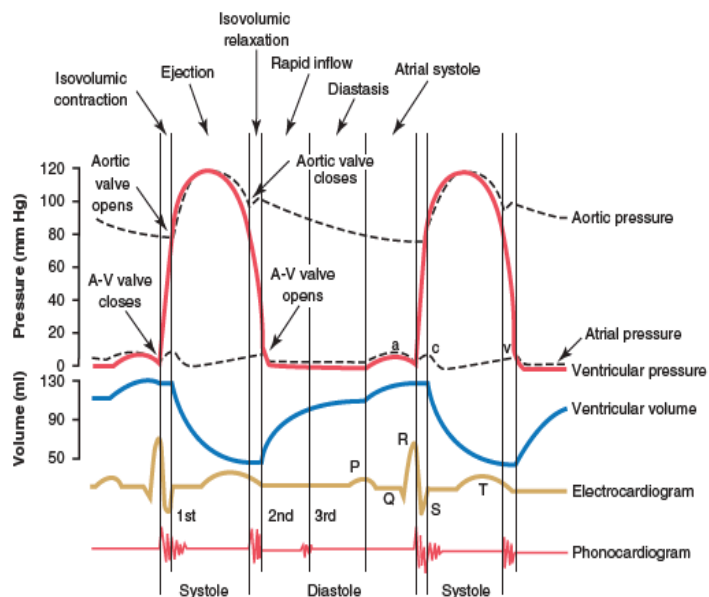
Αξίζει να αναφερθεί πως η θερμοκρασία του σώματος είναι ευαίσθητη σε αρκετές ορμόνες, με αποτέλεσμα στις γυναίκες η θερμοκρασία να μεταβάλλεται σύμφωνα με τον εμμηνορροϊκό κύκλο. Συγκεκριμένα, αμέσως μετά την ωορηξία η θερμοκρασία αυξάνεται απότομα, καθώς η παραγωγή οιστρογόνου μειώνεται. Έτσι, η θερμοκρασία του σώματος συχνά χρησιμοποιείται ως ένδειξη της ωορηξίας, πληροφορία που είναι χρήσιμη για την επίτευξη ή την αποφυγή της εγκυμοσύνης.<sup>[29]</sup>

**Τρόποι μέτρησης:** Το παραδοσιακό θερμόμετρο στηρίζεται στην αύξηση του ύψους της στήλης υδραργύρου ανάλογα με τη θερμοκρασία. Η αύξηση της αντίστασης με την αύξηση της θερμοκρασίας διέπει τη λειτουργία τόσο των παραδοσιακών ηλεκτρικών θερμομέτρων όσο και τον θερμίστορ. Τα πρώτα ενσωματώνουν μέταλλά ένα τα δεύτερα ημιαγωγούς, οι οποίοι είναι πολύ πιο ευαίσθητοι στις μεταβολές της θερμοκρασίας.<sup>[30]</sup>

Μια εναλλακτική μέθοδος μέτρησης στηρίζεται στα θερμοζεύγη, τα οποία αποτελούνται από ένα ζεύγος διαφορετικών μεταλλικών καλωδίων, ευαίσθητων στις θερμοκρασιακές αλλαγές και συνδεδεμένων στο ένα άκρο τα οποία είναι πολύ ευαίσθητα σε μικρές αλλαγές της θερμοκρασίας και επίσης απαντούν γρήγορα στις αλλαγές του περιβάλλοντος. Τότε ανάλογα με τη διαφορά της θερμοκρασίας στα άκρα τους το μεταλλικό ζεύγος δημιουργεί θερμοηλεκτρικό δυναμικό.<sup>[31]</sup>

## 2.3 Καρδιακή συχνότητα

**Φυσιολογία του καρδιακού κύκλου:** Ο καρδιακός κύκλος περιλαμβάνει όλα τα γεγονότα που συμβαίνουν ανάμεσα σε δύο διαδοχικά χτυπήματα της καρδιάς.<sup>[18]</sup> Στην εικ. 2.7 βλέπουμε την απεικόνισή τους για την αριστερή κοιλία της καρδιάς, σε διάφορες καμπύλες. Τα βασικά γεγονότα του καρδιακού κύκλου είναι η συστολή και η διαστολή, με την πρώτη να διαιρείται σε δύο επιμέρους φάσεις και την δεύτερη σε τέσσερις.<sup>[15]</sup>



(Εικ. 2.7 – Οι φάσεις του καρδιακού κύκλου)

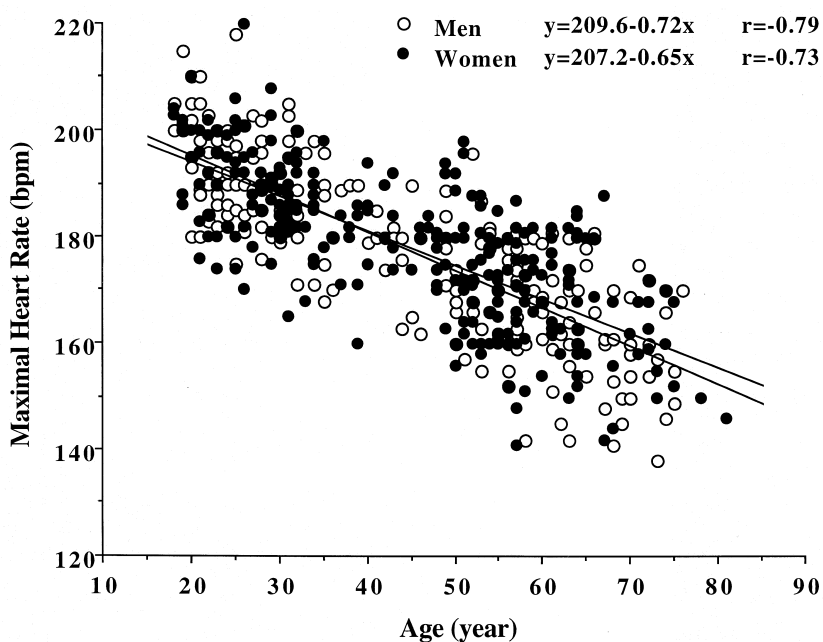
**Ορισμός βιοσήματος:** Η διάρκεια του καρδιακού κύκλου είναι το αντίστροφο της καρδιακής συχνότητας, αφού τα δύο συνδέονται με σχέση περιόδου-συχνότητας.<sup>[15]</sup> Η καρδιακή συχνότητα μετρείται σε beats per minute (bpm). Αξίζει να σημειώσουμε ότι το βιοσήμα της καρδιακής συχνότητας δεν αποδίδει ποιοτικές πληροφορίες για τον καρδιακό σφυγμό αλλά μόνο το πλήθος τους ανά λεπτό.

**Μεταβολές βιοσήματος:** Η καρδιακή συχνότητα υπόκειται σε φυσιολογικές μεταβολές, αυξανόμενη τόσο από την αθλητική άσκηση όσο και από τη συναισθηματική ένταση.<sup>[32]</sup> Η πάροδος της ηλικίας επίσης επιδρά πάνω της, με την παραδοσιακή αποτύπωση της συνάφειας καρδιακής συχνότητας και ηλικίας δίνεται μέσω της συσχέτισης της ηλικίας με τη μέγιστη καρδιακή συχνότητα, η οποία ως

ορίζεται ως η μέγιστη επιτεύξιμη καρδιακή συχνότητα κατά τη διάρκεια άσκησης χωρίς την πρόκληση σοβαρών προβλημάτων<sup>[33]</sup>. Η μέγιστη καρδιακή συχνότητα μειώνεται με την πάροδο της ηλικίας και μία από τις σχέσεις που έχουν προταθεί δίνεται από τη σχέση<sup>[34]</sup>:

$$HR_{max} = 208 - (0.7 \times age)$$

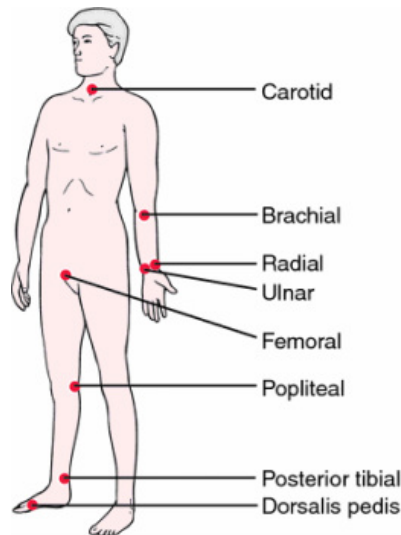
ενώ η γραφική αποτύπωσή της δίνεται στην εικόνα 2.8



(Εικ. 2.8 – Γράφημα μεταξύ μέγιστης καρδιακής συχνότητας και ηλικίας)

Ένα συναφές αλλά διακριτό σήμα είναι η διακύμανση της καρδιακής συχνότητας, που αποδίδει την κατανομή των σφυγμών, δηλαδή την απόστασή μεταξύ διαδοχικών σφυγμών. Η διακύμανση μειώνεται και αυτή με την πάροδο της ηλικίας.<sup>[35]</sup>

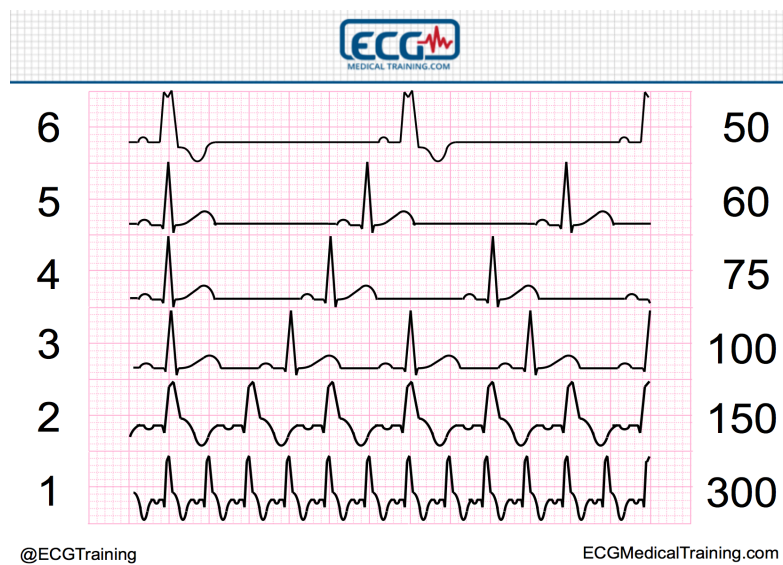
**Τρόποι μέτρησης:** Η παραδοσιακή κλινική μέτρηση του αρτηριακού σφυγμού γίνεται με ψηλάφηση, συνήθως της κερκιδικής αρτηρίας, στην περιοχή του καρπού. Μπορεί όμως να μετρηθεί και στην καρωτίδα, τη μηριαία αρτηρία, την ιγνυακή αρτηρία, την οπίσθια κνημιαία αρτηρία και τη ραχιαία του ποδός (βλ. εικ. 2.9).



(Εικ. 2.9 - Σημεία μέτρησης σφυγμού)

Η ψηλάφηση προσφέρει πληροφορίες για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του, όπως ο όγκος του σφυγμού, αν δηλαδή το αρτηριακό κύμα είναι ασθενές ή ισχυρό. [36] Επίσης, δίνει πληροφορίες για τη διακύμανση της καρδιακής συχνότητας καθώς αποδίδονται τα χρονικά διαστήματα ανάμεσα στους καρδιακούς

Μία πιο ακριβής μέθοδος μέτρησης των σφυγμών περιλαμβάνει τη χρήση του ηλεκτροκαρδιογραφήματος, κατά το οποίο τα ηλεκτρόδια στο δέρμα αποτυπώνουν το μοτίβο εκπόλωσης και επαναπόλωσης του καρδιακού μυός. [11] Η καρδιακή συχνότητα προκύπτει άμεσα από το ηλεκτροκαρδιογράφημα. (βλ. εικ. 2.10)

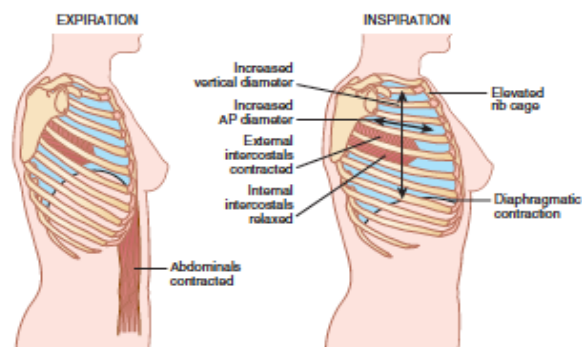


(Εικ. 2.10 - Αποτύπωση της επίδρασης της καρδιακής συχνότητας στο ηλεκτροκαρδιογράφημα)

**Διαγνωστική σημασία:** Όσον αφορά τη συχνότητα των σφυγμών οι φυσιολογικές τιμές είναι 60-100 bpm. Οι τιμές άνω των 100bpm θεωρούνται ταχυκαρδία και κάτω των 60bpm βραδυκαρδία.<sup>[36]</sup> Αίτια της ταχυκαρδίας μπορεί να είναι ο πυρετός, το έντονο stress, η καρδιακή ανεπάρκεια, η υποξυγοναιμία, η παροξυσμική ταχυκαρδία, η μυοκαρδίτιδα, ο υπερθυροειδισμός, τα συμπαθητικομιμητικά φάρμακα καθώς και η λήψη καφεΐνης και άλλων διεγερτικών ουσιών. Αίτια της βραδυκαρδίας μπορεί να είναι ο υποθυροειδισμός, οι κολποκοιλιακοί αποκλεισμοί, ο τοξικός δακτυλιτιδισμός.<sup>[36]</sup>

## 2.4 Αναπνευστική συχνότητα

**Φυσιολογία του αναπνευστικού συστήματος:** Η βασική, αν και όχι μοναδική, λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος είναι η αναπνοή με την οποία επιτυγχάνεται η παροχή στον οργανισμό του αναγκαίου για την αερόβια μεταβολική του δραστηριότητα ποσού οξυγόνου (περίπου 250ml/min) και η απαγωγή της ποσότητας του διοξειδίου του άνθρακα (περίπου 224 ml/min)<sup>[10]</sup>. Ο αναπνευστικός κύκλος αποτελείται από την εισπνοή και από την εκπνοή. Η εισπνοή είναι ενεργητική, δηλαδή επιτελείται πρωτίστως με τη σύσπαση του διαφράγματος και δευτερευόντως με τη σύσπαση των έξω μεσοπλεύριων μυών. Όταν συσπάται το διάφραγμα, διευρύνεται η θωρακική κοιλότητα. Υπάρχουν και άλλοι επικουρικοί εισπνευστικοί μύες όπως οι στερνοκλειδομαστοειδείς, οι σκαληνοί και οι πρόσθιοι οδοντωτοί. Η εκπνοή τελείται παθητικά. Το διάφραγμα παύει να συσπάται οπότε η ελαστική επαναφορά των πνευμόνων, του θωρακικού τοιχώματος και των ενδοκοιλιακών οργάνων συμπιέζει τους πνεύμονες. <sup>[11]</sup>



(Εικ. 2.11 - Η διαδικασία της αναπνοής)

**Παράμετροι βιοσήματος:** Αναπνευστική συχνότητα ορίζεται ο αριθμός των πλήρων αναπνευστικών κύκλων σε διάστημα ενός λεπτού. Οι φυσιολογικές τιμές στους ενήλικες κυμαίνονται μεταξύ 12 έως 20, στους εφήβους και τους ηλικιωμένους 16 έως 20, στα παιδιά (άνω των 3 ετών) 20 έως 30, στα νεογέννητα 30 έως 80 και στα βρέφη (μέχρι 1 έτους) 20 έως 40.<sup>[39]</sup>

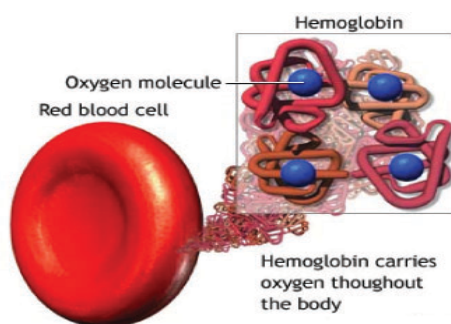
**Παράγοντες μεταβολής:** Η αναπνευστική συχνότητα αυξάνει με την άσκηση, ακόμα και μέτριας έντασης.<sup>[39]</sup> Άλλοι παράγοντες είναι η ατμοσφαιρική πίεση και το ψύχος του περιβάλλοντος – και οι δύο αυξάνουν την αναπνευστική συχνότητα.<sup>[40]</sup> Έχει βρεθεί επίσης ότι η μόλυνση της ατμόσφαιρας επιβαρύνει την αναπνευστική συχνότητα.<sup>[38]</sup>

**Τρόποι μέτρησης:** Η αναπνευστική συχνότητα αποτιμάται με μέτρηση 1) των θωρακικών κινήσεων κατά την επισκόπηση του ασθενούς 2) των εκπτώξεων του ασκού του σπειρομέτρου ή των ολοκληρωθέντων αναπνευστικών κύκλων που καταγράφονται μέσω πνευμοταχογράφου. Επίσης, μπορεί να μετρηθεί με την ακρόαση των πνευμόνων μέσω στηθοσκοπίου, ιδιαίτερα όταν οι αναπνοές είναι επιπόλαιες, δηλαδή πολύ μικρές. Η καταμέτρηση των ολοκληρωθέντων αναπνευστικών κύκλων επί διάστημα μερικών λεπτών και η διαίρεσή τους με το χρόνο σε λεπτά προς εξαγωγή μέσης αναπνευστικής συχνότητας είναι προτιμότερη από το να μετρηθούν οι αναπνευστικοί κύκλοι επί διάστημα μερικών δευτερολέπτων και η αναγωγή των μετρήσεων στο πρώτο λεπτό.

**Διαγνωστική σημασία:** Έχει προταθεί ότι αναπνευστική συχνότητα άνω των 27 bpm αποτελεί την πιο σημαντική πρόβλεψη της ανακοπής καρδιάς εντός του νοσοκομείου.<sup>[39]</sup> Έχει επίσης προταθεί ότι σε ασταθείς ασθενείς οι σχετικές αλλαγές στην αναπνευστική συχνότητα ήταν πολύ μεγαλύτερες από τις μεταβολές της καρδιακής συχνότητας ή της πίεσης και έτσι αποτελεί μία ασφαλή μέθοδο αξιολόγησης των ασθενών υψηλού κινδύνου.<sup>[40]</sup>

## 2.5 Κορεσμός Οξυγόνου

**Φυσιολογία της αιμοσφαιρίνης:** Όπως είδαμε και στις προηγούμενες ενότητες, το οξυγονωμένο αίμα μεταφέρεται από την καρδιά στα όργανα του σώματος για την παραγωγή ενέργειας. Αυτό συμβαίνει επειδή το οξυγόνο είναι απαραίτητο συστατικό της κυτταρικής αναπνοής, κατά την οποία η βιοχημική ενέργεια πολύπλοκων οργανικών μορίων που έχουν προσληφθεί μέσω της τροφής μετατρέπεται σε ATP (τριφωσφορική αδενοσίνη), βιομόριο που συμμετέχει σε πολλές άλλες κυτταρικές διαδικασίες.<sup>[13]</sup> Το οξυγόνο προσλαμβάνεται από τον οργανισμό μέσω της αναπνοής και προσδένεται στο αίμα στους πνεύμονες (ειδικότερα, στην κυψελιδοτριχοειδική μεμβράνη). Συγκεκριμένα, μόρια οξυγόνου προσδένονται στην αιμοσφαιρίνη των ερυθρών αιμοσφαιρίων του αίματος (βλ. εικ. 2.12).



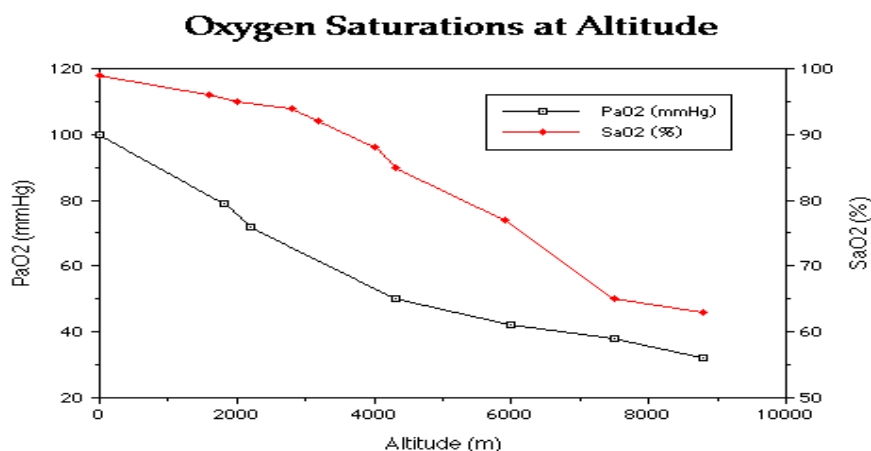
(Εικ. 2.12 – Η οξυγονωμένη αιμοσφαιρίνη των ερυθρών αιμοσφαιρίων του αίματος.)

**Ορισμός βιοσήματος:** Ο κορεσμός οξυγόνου (oxygen saturation) είναι ένας δείκτης που αντικατοπτρίζει το ποσοστό του πραγματικού οξυγόνου που περιέχεται στην αιμοσφαιρίνη σε σχέση με τη δυναμικά μέγιστη μεταφορική ικανότητα, δηλαδή το ποσοστό της οξυγονωμένης αιμοσφαιρίνης σε σχέση με τη συνολική αιμοσφαιρίνη που υπάρχει στο αίμα. Αποτελεί έναν τρόπο προσδιορισμού της οξυγόνωσης των ιστών και συνεπώς παρέχει ενδείξεις για την καρδιολογική και αναπνευστική κατάσταση των ασθενών. Οι φυσιολογικές τιμές του κορεσμού οξυγόνου κυμαίνονται από 95-98% σε κανονικές συνθήκες. <sup>[17]</sup>

**Παράγοντες μεταβολής:** Οι φυσιολογικές τιμές του κορεσμού οξυγόνου κυμαίνονται από 95-98% σε κανονικές συνθήκες. Αξίζει να αναφερθεί ότι το υψόμετρο επηρεάζει



τον κορεσμό του οξυγόνου, αφού η συγκέντρωση του οξυγόνου μειώνεται (βλ. εικ. 2.13) ώστε σε ύψος 1600 μ. τιμή κορεσμού οξυγόνου 92% θεωρείται φυσιολογική.



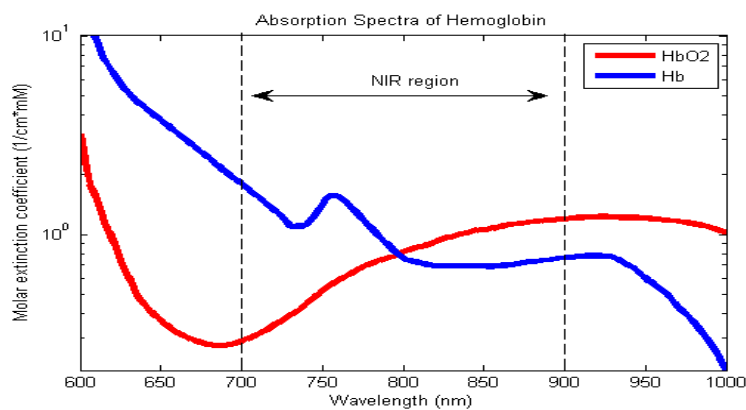
(Εικ. 2.13 - Εξάρτηση του κορεσμού οξυγόνου (κόκκινο γράφημα) από το υψόμετρο.)

**Διαγνωστική σημασία:** Οι υψηλές τιμές κορεσμού οξυγόνου είναι δηλωτικές παθολογικών καταστάσεων. Ο χαμηλός κορεσμός ονομάζεται υποξαιμία, η οποία μπορεί να σχετίζεται από αναιμία, απόφραξη αεραγωγών, σύνδρομο οξείας αναπνευστικής δυσφορίας, χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια, πνευμονία, πνευμοθώρακα, πνευμονικό οίδημα, πνευμονική εμβολή, πνευμονική ίνωση και σύνδρομο αποφρακτικής άπνοιας του ύπνου, κυάνωση, δηλητηριάσεις με μονοξείδιο του άνθρακα και θειούχες ενώσεις, συγγενείς καρδιοπάθειες, αρτηριακή απόφραξη, θρομβοφλεβίτιδα, ερυθροκυττάρωση.<sup>[36]</sup>

**Τρόποι μέτρησης:** Ο κορεσμός οξυγόνου μετρείται κυρίως με τρεις αναλυτικές μεθόδους, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και συμπληρωτικά η μία με την άλλη. Οι μέθοδοι διακρίνονται σε φασματομετρικές και μη φασματομετρικές καθώς και σε επεμβατικές και μη.

Στις φασματομετρικές μεθόδους (παλμική οξυμετρία, οξυμετρία CO) η διαφορετική μοριακή διάταξη της αιμοσφαιρίνης στις διαφορετικές μορφές της έχει ως αποτέλεσμα την απορρόφηση διαφορετικών μηκών κύματος από την καθεμία, καθιστώντας έτσι δυνατό τον καθορισμό των συγκεντρώσεων των διαφορετικών μορφών της αιμοσφαιρίνης στο αίμα.

Το παλμικό οξύμετρο είναι μία μη επεμβατική μέθοδος που βασίζεται στον νόμο των Beer-Lambert: όταν μία διαλυμένη ουσία διαλύεται σε έναν καθαρό διαλύτη, η συγκέντρωσή της μπορεί να προσδιοριστεί εάν φως γνωστού μήκους κύματος διαδοθεί στο διάλυμα. Τότε η συγκέντρωσή της υπολογίζεται από το ποσοστό του φωτός που απορροφήθηκε. Έτσι, επιλέγεται αρχικά ένα μέρος του σώματος με μεγάλο δείκτη διάχυσης, όπως το δάχτυλο του χεριού ή ο λοβός του αυτιού. Κατόπιν, οι φωτεινές πηγές εκπέμπουν φωτεινές ακτίνες δύο διαφορετικών μηκών κύματος: ορατό ερυθρό και υπέρυθρο. Η μη οξυγονωμένη αιμοσφαιρίνη απορροφά περισσότερο στο ερυθρό από ό,τι στο υπέρυθρο, ενώ η οξυγονωμένη αιμοσφαιρίνη απορροφά περισσότερο στο υπέρυθρο. Μετά τον υπολογισμό της απορρόφησης στα δύο μήκη κύματος, χρησιμοποιείται μια καμπύλη βαθμονόμησης (βλ. εικ. 2.14) για τον προσδιορισμό του κορεσμού.<sup>[40]</sup>



(Εικ. 2.14 – Φάσματα απορρόφησης της οξυγονωμένης και της αναχθείσας αιμοσφαιρίνης)

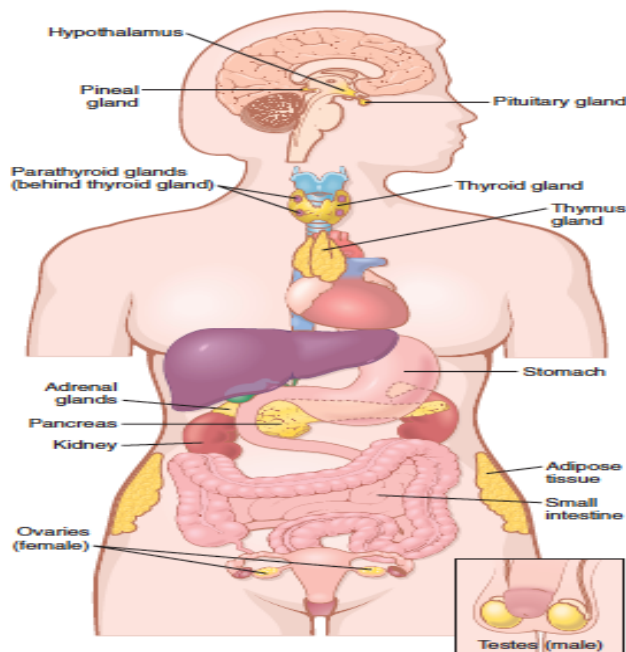
Η οξύμετρία CO- είναι φασματομετρική επεμβατική μέθοδος. Σε δείγμα αίματος, με τη χρήση φωτός σε πολλαπλά μήκη κύματος προσδιορίζεται η συγκέντρωση των πολλαπλών μορφών αιμοσφαιρίνης (αιμοσφαιρίνη που δεν προσδένει οξυγόνο μπορεί να προσδένει μονοξείδιο του άνθρακα ή ενώσεις του θείου, ενώ υπάρχουν και άλλες μορφές όπως η MetHb που αδυνατεί να προσδέσει οξυγόνο).<sup>[42]</sup>

Τέλος, μια εναλλακτική μέθοδος είναι η ABG ανάλυση αερίων αρτηριακού αίματος, η οποία δεν βασίζεται στη φασματομετρία. <sup>[1]</sup> Σε δείγμα αρτηριακού αίματος, τυπικά από την ακτινική αρτηρία του καρπού, η ανάλυση αερίων, χρησιμοποιώντας μια σειρά ηλεκτροδίων, παρέχει πληροφορίες για το pH, τη μερική πίεση του οξυγόνου (PO<sub>2</sub>) και

τη μερική πίεση του διοξειδίου του άνθρακα ( $PCO_2$ ). Οι μετρήσεις  $PO_2$  βασίζονται στις μεταβολές του ηλεκτρικού ρεύματος στο ηλεκτρόδιο Clark, ενώ οι μετρήσεις του pH και του  $PCO_2$  προσδιορίζονται από τις μεταβολές της τάσης σε ηλεκτρόδια με υψηλή αντίσταση. Αυτές οι μετρήσεις στη συνέχεια χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του κορεσμού οξυγόνου με βάση εμπειρικές εξισώσεις.<sup>[43]</sup>

## 2.6 Επίπεδα κορτιζόλης

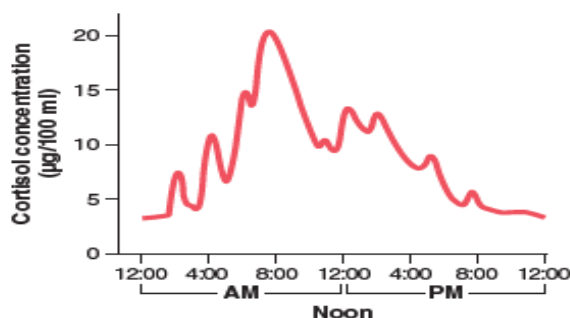
**Φυσιολογία του ενδοκρινικού συστήματος:** Οι πολλαπλές λειτουργίες των κυττάρων, των ιστών και των οργάνων του σώματος ενεργοποιούνται από ορισμένους χημικούς αγγελιαφόρους, στους οποίους ανήκουν και οι **ενδοκρινείς ορμόνες**, οι οποίες απελευθερώνονται από τους αδένες του σώματος (βλ. εικ. 2.15) ή εξειδικευμένα κύτταρα στο αίμα, προσδένονται σε χημικούς δέκτες και ενεργοποιούν διάφορες χημικές αντιδράσεις.<sup>[26]</sup> Η αυξητική ορμόνη, για παράδειγμα, που παράγεται στην υπόφυση του εγκεφάλου, προκαλεί την ανάπτυξη του οργανισμού ενεργοποιώντας την κυτταρική αναπαραγωγή, ενώ η θυροξίνη παράγεται στον θυροειδή αδένα και αυξάνει την ταχύτητα πολλών αντιδράσεων. <sup>[44]</sup>



(Εικ. 2.15 – Οι κύριοι αδένες του ενδοκρινικού συστήματος).

**Ορισμός βιοσήματος:** Η κορτιζόλη είναι μια ορμόνη η οποία παράγεται στο φλοιό των επινεφριδίων και είναι ελέγχει τον μεταβολισμό των πρωτεϊνών, των υδατανθράκων και των λιπιδίων. Επίσης, δρα ως αντιφλεγμονώδες, αποτρέποντας την παραγωγή ουσιών που προκαλούν φλεγμονή.<sup>[25]</sup> Άλλες φυσιολογικές δράσεις της είναι η αποτροπή της οστεογένεσης<sup>[45]</sup>, η εξασφάλιση ηλεκτρολυτικής ισορροπίας και η δημιουργία αναμνήσεων <sup>[46]</sup>. Το μετρούμενο χημικό βιοσήμα είναι τα επίπεδα της στο αίμα, τα οποία μετρούνται σε mg/dl.

**Φυσιολογικές μεταβολές:** Τα επίπεδα της κορτιζόλης στο αίμα ακολουθούν έναν καθημερινό κύκλο μεταβολής (βλ. εικ. 2.16), με τη μέγιστη τιμή να επιτυγχάνεται τις πρωινές ώρες (περίπου στις 8 π.μ.) και την ελάχιστη τις ώρες μετά τα μεσάνυχτα..<sup>[47]</sup> Έχει προταθεί ότι η πληροφορία για την ώρα της ημέρας μεταφέρεται από τον αμφιβληστροειδή στον υποθάλαμο, ενώ είναι μοτίβο που εκτιμάται ότι ξεκινά το αργότερο μέσα στους πρώτους εννιά μήνες ζωής.<sup>[48]</sup>



(Εικ. 2.16 – Τα επίπεδα κορτιζόλης κατά τη διάρκεια της ημέρας)

Επίσης, τα επίπεδα της κορτιζόλης αυξάνονται με την πάροδο της ηλικίας, με την αύξηση στην χρονική απόσταση 20 με 80 έτη να κυμαίνεται μεταξύ 20% και 50% τόσο για τους άντρες όσο και για τις γυναίκες. <sup>[49]</sup>

**Τρόποι μέτρησεις:** Η μέτρηση των επιπέδων της κορτιζόλης, όπως και όλων των ορμονών, στο αίμα, επιτυγχάνεται με τη μέθοδο RIA (ραδιοανοσολογική μέθοδος), η οποία παρέχει αυξημένη ευαισθησία<sup>[50]</sup>. Επειδή η επιρροή του κερκάδιου ρυθμού λαμβάνεται υπόψιν, η λήψη δείγματος γίνεται στις 8-9 π.μ. και 4-6 μ.μ. Όπως φαίνεται και στην εικ. 2.20 οι φυσιολογικές τιμές στους ενήλικες είναι στις 8-9 π.μ. 8-24 mg/dl, ενώ στις 4-6 μ.μ. 2-17 mg/dl.

**Διαγνωστική σημασία:** Η κλινική χρησιμότητα της κορτιζόλης έγκειται στην εκτίμηση της επινεφριδιακής λειτουργίας, δηλώνοντας πιθανό αδένωμα, καρκίνωμα ή υπερπλασία των επινεφριδίων. Η αύξηση των τιμών της οφείλεται επίσης στην έλλειψη ύπνου, τη συναισθηματική ένταση και άγχος<sup>[51]</sup>, καθώς και στην έντονη αερόβια άσκηση<sup>[44]</sup>. Μειωμένη τιμή κορτιζόλης συναντάται στη νόσο Addison. <sup>[36]</sup>

## 2.7 Διαγνωστική ισχύς των ζωτικών σημείων

Λαμβάνοντας υπόψιν τη μεταβλητότητα των ζωτικών σημείων από φυσιολογικούς παράγοντες, στην ιατρική πράξη η απομάκρυνση από τα φυσιολογικά εύρη τιμών (βλ. πίνακας 2.1) έχει αυξημένη διαγνωστική ισχύ, η οποία στηρίζει την διάγνωση τόσο των ταχέως όσο και των βραδέως εξελισσόμενων φαινομένων.

**Πίνακας 2.1 – Οι φυσιολογικές τιμές των ζωτικών σημείων**

<b>Βιοσήμα</b>	<b>Κατώτερη φυσιολογική τιμή</b>	<b>Ανώτερη φυσιολογική τιμή</b>
Κορτιζόλη (8-9 π.μ.)	8 mg/dl	24 mg/dl
(4-6 μ.μ.)	2 mg/dl	17 mg/dl
Αρτηριακή πίεση (συστολική)	100 mmHg	129 mmHg
(διαστολική)	50 mmHg	85 mmHg
Σφυγμός	60 beats per min.	100 beats per min.
Αναπνευστική συχνότητα	12 breathes per min.	20 breathes per min.
Κορεσμός οξυγόνου	95%	98%
Θερμοκρασία (ορθό)	36,1 °C	37,4 °C
(στοματική κοιλότητα)	35,9 °C	37,2 °C
(μασχάλη)	35,7 °C	37 °C

Η παρακολούθηση των ζωτικών σημείων περιγράφουν την κατάσταση του οργανισμού αποτυπώνοντας άμεσα ξαφνικές αλλαγές. Για αυτό είναι ενσωματωμένα ως monitor στις ΜΕΘ των νοσοκομείων, προσφέροντος τη δυνατότητα αντίδρασης σε

διάφορο συμβάντα. Για παράδειγμα, οι τιμές της καρδιακής συχνότητας και της αρτηριακής πίεσης μπορούν να προβλέψουν την έναρξη του πόνου της στηθάγχης.<sup>[52]</sup>

Στη δεύτερη κατηγορία μπορούμε να προσμετρήσουμε τη χρήση των ζωτικών σημείων για τη διάγνωση εγκεφαλικών βλαβών που οδηγούν σε μειωμένη συνείδηση<sup>[53]</sup> ή για την πρόωρη διάγνωση της σήψης.<sup>[54]</sup>

## **2.8 Σύγχρονοι αισθητήρες παρακολούθησης**

Έχει καταβληθεί μεγάλη προσπάθεια τα τελευταία χρόνια για την ανάπτυξη μικρών, φορητών συσκευών για την συνεχή παρακολούθηση των ζωτικών σημείων. Ειδικά, έχουν προταθεί τέτοιες ασύρματες συσκευές, προσφέροντας ακόμα μεγαλύτερη κινητικότητα. Θα παρουσιάσουμε ένα ενδεικτικό τέτοιο σύστημα ανεπτυγμένο στο Advanced Health and Disaster Aid Network (AID-N) στο Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Φυσικής του John Hopkins.<sup>[55]</sup>

Το σύστημα αποτελείται από τρία μέρη. Πρώτον, τους φορητούς αισθητήρες που καταγράφουν τα βιοσήματα σε μία ηλεκτρονική βάση δεδομένων. Δεύτερον, το λογισμικό που αξιολογεί τα βιοσήματα και ενημερώνει το προσωπικό φροντίδας. Τρίτον, ένα ασφαλές web portal που παρέχει ύστερα από ασφαλές authentication πληροφορίες για την τοποθεσία του ασθενούς.<sup>[55]</sup>

Ένα παλμικό οξύμετρο που συνδέεται στο δάχτυλο του ασθενούς (όπως στην ενότητα 2.5) και το οποίο μετρά τους καρδιακούς σφυγμούς και τον κορεσμό του οξυγόνου, καθώς και έναν αισθητήρα πίεσης που μετρά την αρτηριακή πίεση. (βλ. εικ. 2.999). Οι φορητοί αισθητήρες ενσωματώνουν και άλλες λειτουργίες, όπως την καταγραφή του στίγματος τοποθεσίας, φέρουν μία βάση δεδομένων με τις πληροφορίες του ιστορικού του ασθενούς.<sup>[55]</sup>



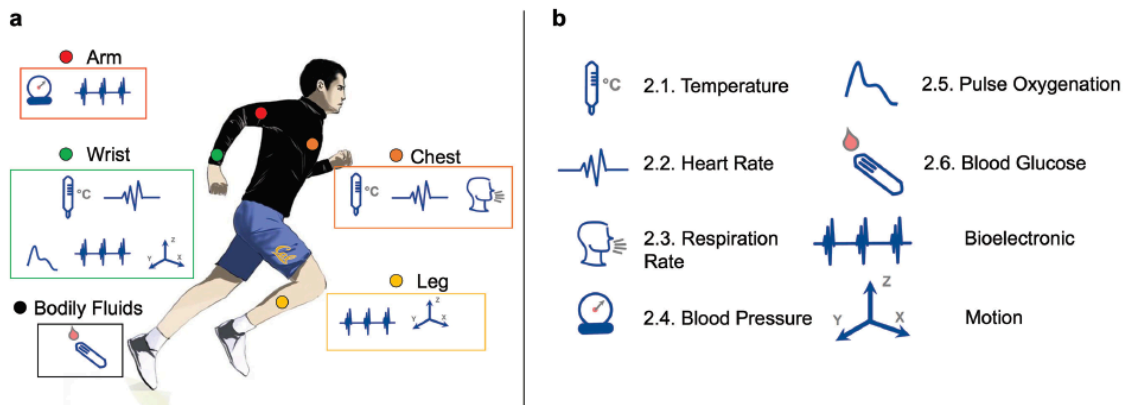
(Εικόνα 2.17 - Οι αισθητήρες πίεσης, σφυγμών και κορεσμού)

Το λογισμικό που είναι εγκατεστημένο στο tablet του προσωπικού φροντίδας δέχεται τα δεδομένα πραγματικού χρόνου και τα επεξεργάζεται για να διαπιστώσει ανωμαλίες, λαμβάνοντας υπόψιν επιπλέον πληροφορίες όπως την ηλικία του ασθενούς για να προσαρμόσει τα φράγματα των φυσιολογικών τιμών (βλ. πίνακας 2.2)

**Πίνακας 2.2 – Οι φυσιολογικές τιμές στο σύστημα monitoring του AID-N**

Alert Type	Detection Parameter
low SpO <sub>2</sub>	SpO <sub>2</sub> < 90% *
bradycardia	HR < 40 bpm *
tachycardia	HR > 150bpm *
HR change	$ \Delta HR / 5 \text{ min}  > 19\%$
HR stability	max HR variability from past 4 readings > 10%
BP change	systolic or diastolic change > ±11%

Ένα εναλλακτικό σύστημα<sup>[57]</sup> περιλαμβάνει την τεχνολογία των wearables, όπου διάφορα ανεξάρτητες συσκευές τοποθετούνται σε διαφορετικά μέρη του σώματος, από όπου εξάγονται τα ζωτικά σημεία. Για παράδειγμα, η θερμοκρασία, η καρδιακή συχνότητα και ο κορεσμός οξυγόνου συλλέγονται από τον καρπό με τις μεθόδους που είδαμε στα προηγούμενα κεφάλαια.



(Εικ. 2.17 – Τα βιοσήματα και τα μέρη μέτρησής τους)

Οι αισθητήρες των διαφόρων σημείων του σώματος δίνουν ένα αναλογικό ηλεκτρικό σήμα το οποίο φιλτράρεται, ενισχύεται, ψηφιοποιείται από έναν ψηφιακό μετατροπέα και εισάγεται σε έναν μικροεπεξεργαστή. [58] Η επεξεργασία του σήματος συμβαίνει στον μικροεπεξεργαστή από όπου το τελικό, καθαρό σήμα αποστέλλεται σε έναν υπολογιστή.[58]



## **Κεφάλαιο 3 – Δημιουργία της βάσης δεδομένων**

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζουμε τη λειτουργία που θα εξυπηρετεί η βάση δεδομένων στο πλαίσιο ενός ευρύτερου project του εργαστηρίου. Στη συνέχεια, προχωρούμε σε μία επισκόπηση των βασικών εννοιών από τη θεωρία των βάσεων δεδομένων και των βασικών εντολών της SQL ενώ παράλληλα εκτιμούμε την εφαρμογή του στη βάση δεδομένων μας. Τέλος, παρουσιάζουμε τα βήματα οικοδόμησης της βάσης δεδομένων μας καθώς και τις σχεδιαστικές επιλογές που λάβαμε.

### **3.1 Λειτουργικές απαιτήσεις της βάσης δεδομένων**

Στα πλαίσια ενός project του εργαστηρίου Βιοατρικής Τεχνολογίας της σχολής ΗΜΜΥ του ΕΜΠ στρατιωτικά στελέχη θα υποβάλλονται σε αθλητικές δραστηριότητες και θα μετρούνται κατά τη διάρκειά τους οι τιμές των έξι ζωτικών σημείων που αναφέραμε στο προηγούμενο κεφάλαιο, δηλαδή της αρτηριακής πίεσης, της θερμοκρασίας του σώματος, του καρδιακού σφυγμού, της αναπνευστικής συχνότητας, του κορεσμού του οξυγόνου και των επιπέδων κορτιζόλης στο αίμα. Ως παραδείγματα αθλητικών δραστηριοτήτων, αναφέρουμε το τρέξιμο, το βάδισμα, την ελεύθερη πτώση, την κατάδυση, την κολύμβηση. Η καταγραφή των έξι βιοσημάτων θα γίνεται την ίδια στιγμή από αισθητήρες εφαρμοσμένους πάνω στους συμμετέχοντες. Το κάθε στέλεχος μπορεί να λάβει μέρος σε μία δραστηριότητα αρκετές φορές, σε διαφορετικές ημέρες όμως. Ως εκ τούτου, το κάθε στέλεχος θα συμμετάσχει σε πολλές δραστηριότητες και ίσως συμμετάσχει στην ίδια δραστηριότητα περισσότερες από μία φορές.

Για αυτό τον λόγο, θεωρούμε ότι τα στοιχεία που συγκροτούν μία μέτρηση είναι η δραστηριότητα κατά την οποία συλλέγονται τα ζωτικά σημεία, το στέλεχος που συμμετέχει στη δραστηριότητα, η ημερομηνία λήψης των ζωτικών σημείων και ασφαλώς οι τιμές των ζωτικών σημείων. Οποσδήποτε λοιπόν η βάση μας θα περιέχει ένα μητρώο στο οποίο θα εγγράφονται οι μετρήσεις αποτελούμενες από αυτά τα 9 στοιχεία.

Θα χρειαστούμε ένα ακόμη μητρώο στο οποίο θα αποθηκεύονται οι πληροφορίες για τα στελέχη που συμμετέχουν στο project, καθώς και ένα ακόμη μητρώο το οποίο θα λειτουργεί ως κατάλογος των δραστηριοτήτων του προγράμματος. Η ύπαρξη αυτών των δύο μητρώων είναι απαραίτητη όχι τόσο για πρακτικούς λόγους όσο για λόγους ακεραιότητας και αξιοπιστίας της βάσης δεδομένων μας, όπως θα γίνει εμφανές στη συνέχεια, αφού ακολουθήσει η επισκόπηση της θεωρίας.

## 3.2 Βασικές έννοιες βάσεων δεδομένων

Σε αυτήν την ενότητα θα παρουσιάσουμε τις βασικότερες έννοιες από τη θεωρία των βάσεων δεδομένων.

### 3.2.1 Σχεσιακές βάσεις δεδομένων

Μια σχεσιακή βάση δεδομένων αποτελείται από ένα σύνολο πινάκων. Οι σειρές του πίνακα ονομάζονται *εγγραφές* (tuples) και είναι ουσιαστικά ακολουθίες τιμών. Κάθε εγγραφή επιπλέον ερμηνεύεται ως μία σχέση μεταξύ των στηλών του πίνακα, οι οποίες ονομάζονται *ιδιότητες*. Δηλαδή, μια εγγραφή ερμηνεύεται ως μία συσχέτιση μεταξύ συγκεκριμένων τιμών των ιδιοτήτων του πίνακα. Για παράδειγμα, ένας πίνακας ο οποίος δρα ως αρχείο πελατών σε μία εταιρεία, μία εγγραφή μπορεί να αποτελείται από το ονοματεπώνυμο του πελάτη, το τηλέφωνό του και το προϊόν που αγόρασε. Μια εγγραφή, λοιπόν, συσχετίζει συγκεκριμένες τιμές των ιδιοτήτων του πίνακα, και από αυτήν την παρατήρηση παίρνει το όνομά του το σχεσιακό μοντέλο των βάσεων δεδομένων. Κατά συνέπεια, στο σχεσιακό μοντέλο ο όρος *σχέση* χρησιμοποιείται για έναν πίνακα. <sup>[59]</sup>

Όταν μιλάμε για μία βάση δεδομένων, πρέπει να διαφοροποιούμε το σχήμα της βάσης δεδομένων (database schema) που είναι η λογική σχεδίαση της βάσης δεδομένων από ένα στιγμιότυπο της βάσης δεδομένων (database instance), που είναι τα δεδομένα της βάσης δεδομένων κάποια χρονική στιγμή. Η σύγχυση μπορεί να προκύψει επειδή χρησιμοποιούμε το ίδιο όνομα για να αναφερθούμε και στο στιγμιότυπο μιας σχέσης

και στο σχήμα μιας σχέσης. Ωστόσο, το σχήμα μιας σχέσης αντιστοιχεί στην έννοια της μεταβλητής ενώ το στιγμιότυπο μιας σχέσης στην τιμή αυτής της μεταβλητής.<sup>[59][60]</sup>

Με την ορολογία αυτή, βλέπουμε ότι η βάση δεδομένων μας θα αποτελείται από τρεις σχέσεις, τις οποίες θα ονομάσουμε ΣΤΕΛΕΧΗ για να αναφερθούμε στο μητρώο στελεχών, ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ για να αναφερθούμε στον κατάλογο των δραστηριοτήτων και ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ για να αναφερθούμε στο μητρώο με εγγραφές τις μετρήσεις των ζωτικών σημείων ενός συγκεκριμένου στελέχους σε μια συγκεκριμένη δραστηριότητα και σε μια συγκεκριμένη ημερομηνία.

Συνεχίζοντας με την βασική ορολογία, σημειώνουμε πως για κάθε ιδιότητα μιας σχέσης υπάρχει ένα σύνολο από επιτρεπόμενες τιμές, που ονομάζεται *πεδίο τιμών* αυτής της σχέσης. Στις περισσότερες γλώσσες το πεδίο τιμών καθορίζεται από τον *τύπο* της ιδιότητας και από τους περιορισμούς που επιβάλλει σε αυτόν ο σχεδιαστής της βάσης δεδομένων. Στην ενότητα 3.5 θα δούμε τους συνηθέστερους τύπους δεδομένων στην SQL.

### 3.2.2 Κλειδιά

Πρέπει να έχουμε έναν τρόπο να καθορίζουμε πώς θα διαφοροποιούνται οι εγγραφές μέσα σε μία δεδομένη σχέση. Αυτό εκφράζεται σε σχέση με τις ιδιότητές τους. Δηλαδή, οι τιμές των ιδιοτήτων μίας εγγραφής πρέπει να είναι τέτοιες που να μπορούν αν προσδιορίζουν μοναδικά την εγγραφή. Με άλλα λόγια, δεν επιτρέπεται δύο εγγραφές σε μία σχέση να έχουν ακριβώς την ίδια τιμή σ' όλες τις ιδιότητες.<sup>[60]</sup>

Ένα υπερκλειδί (superkey) είναι ένα σύνολο από μία ή περισσότερες ιδιότητες που, αν ληφθούν συλλογικά, μας επιτρέπουν να προσδιορίζουμε μοναδικά μία εγγραφή της σχέσης. Τυπικά, ας πούμε ότι το  $R$  δηλώνει το σύνολο ιδιοτήτων της σχέσης  $r$ . Αν πούμε ότι ένα υποσύνολο  $K$  του  $R$  είναι ένα υπερ-κλειδί για το  $r$ , θα περιοριστούμε σε στιγμιότυπα των σχέσεων  $r$ , για τα οποία δύο διαφορετικές εγγραφές δεν έχουν τις ίδιες τιμές σε όλες τις ιδιότητες  $K$ . Δηλαδή, αν τα  $t_1$  και  $t_2$  είναι στην  $r$  και  $t_1 \neq t_2$  τότε  $t_1 K \neq t_2 K$ .<sup>[59]</sup>

Ένα υπερ-κλειδί μπορεί να περιέχει πολλές ιδιότητες. Εάν το K είναι ένα υπερ-κλειδί τότε το ίδιο είναι και οποιοδήποτε υπερ-σύνολο του K. Συνήθως, ενδιαφερόμαστε για υπερ-κλειδιά, για τα οποία δεν υπάρχει υποσύνολο, που να είναι υπερ-κλειδί. Αυτά τα ελάχιστα υπερ-κλειδιά, για τα οποία δεν υπάρχει υποσύνολο που να είναι υπερ-κλειδί. Αυτά τα ελάχιστα υπερ-κλειδιά ονομάζονται υποψήφια κλειδιά.<sup>[59]</sup>

Θα χρησιμοποιήσουμε τον όρο πρωτεύον κλειδί για να δηλώσουμε ένα υποψήφιο κλειδί που έχει επιλεγεί από τον σχεδιαστή της βάσης δεδομένων ως το βασικό μέσον προσδιορισμού των εγγραφών μιας σχέσης. Ένα κλειδί (πρωτεύον, υποψήφιο ή υπερ-κλειδί) είναι μια ιδιότητα ολόκληρης της σχέσης. Οποιοσδήποτε δύο εγγραφές στο σύνολο οντοτήτων απαγορεύεται να έχουν ταυτόχρονα την ίδια τιμή στις ιδιότητες του κλειδιού. Το κλειδί αντιπροσωπεύει έναν περιορισμό της κατάστασης η οποία μοντελοποιείται. <sup>[59]</sup>

### 3.3 Το πρότυπο SQL

Η γλώσσα προγραμματισμού SQL (Structured Query Language) είναι πιο διαδεδομένη γλώσσα για την διαχείριση δεδομένων σε σχεσιακά συστήματα βάσεων δεδομένων. Θα κάνουμε μία σύνοψη των λειτουργιών της SQL διαχωρίζοντας τις εντολές της σε ετερογενείς ομάδες: <sup>[60]</sup>

- Εντολές ορισμού δεδομένων: Η SQL παρέχει εντολές για τον ορισμό σχεσιακών σχημάτων, καθώς και τη δυνατότητα επεξεργασίας αυτών μέσω της διαγραφής ή τροποποίησης των σχέσεων που έχουν οριστεί.
- Εντολές χειρισμού δεδομένων: Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν οι εντολές που καθιστούν δυνατή την πρόσβαση και τη διαχείριση των δεδομένων της βάσης. Συγκεκριμένα, επιτρέπουν την ανάκληση, την εισαγωγή, τη διαγραφή και την τροποποίηση των πληροφοριών που βρίσκονται στη βάση. Αξίζει σε αυτό το σημείο να αναφέρουμε πως η καρδιά της SQL είναι τα *queries*, δηλαδή οι εντολές εκείνες που ανακαλούν πληροφορίες που πληρούν κάποια συνθήκη.
- Εντολές ακεραιότητας αναφορών: Εδώ ανήκουν οι εντολές που εξασφαλίζουν την αποτροπή της εισαγωγής δεδομένων στη βάση δεδομένων όταν τα δεδομένα παραβιάζουν κανόνες που έχουμε θεσπίσει, τους περιορισμούς ακεραιότητας.

- Εντολές περιορισμού πεδίου τιμών: Όπως οι προηγούμενες εντολές, έτσι και αυτές οι εντολές αποτρέπουν τη λανθασμένη εισαγωγή στοιχείων στη βάση, ελέγχοντας ότι τα δεδομένα ανήκουν στον τύπο που έχουμε θεσπίσει, π.χ. είναι αριθμοί.
- Εντολές εξουσιοδότησης: Πρόκειται για τις εντολές που διαφοροποιούν τους χρήστες ως προς τον τύπο της πρόσβασης στη βάση δεδομένων. Οι πιο συχνές μορφές εξουσιοδότησης είναι η εξουσιοδότηση ανάγνωσης, που επιτρέπει την ανάγνωση, αλλά όχι την τροποποίηση των δεδομένων, η εξουσιοδότηση εισαγωγής που επιτρέπει την εισαγωγή νέων δεδομένων και όχι την τροποποίηση των υπαρχόντων δεδομένων, η εξουσιοδότηση ενημέρωσης που επιτρέπει την τροποποίηση αλλά όχι τη διαγραφή και η εξουσιοδότηση διαγραφής που επιτρέπει τη διαγραφή δεδομένων.

### 3.4 Ορισμός των σχέσεων της βάσης δεδομένων

Σε αυτήν την ενότητα θα χρησιμοποιήσουμε τις εντολές ορισμού σχέσεων της SQL για να οικοδομήσουμε τη βάση δεδομένων της εργασίας μας.

#### 3.4.1 Η εντολή **create table**

Ορίζουμε μία σχέση στην SQL χρησιμοποιώντας την εντολή **create table**. Η γενική μορφή της εντολής φαίνεται παρακάτω:

```
create table r
  (A1   D1
  A2   D2
  ...,
  An   Dn,
  <intergrity-constraint1>,
  ...,
  <integrity-constraint2>
  );
```

Όπου το  $r$  είναι το όνομα της σχέσης, κάθε  $A_i$  είναι το όνομα μιας ιδιότητας στο σχήμα της σχέσης  $r$  και το  $D_i$  είναι το πεδίο τιμών της ιδιότητας  $A_i$  δηλαδή το  $D_i$  καθορίζει τον τύπο της ιδιότητας  $A_i$  μαζί με προαιρετικούς περιορισμούς που περιορίζουν το σύνολο τιμών του  $A_i$ .

### 3.4.2 Περιορισμοί πεδίου τιμών στην SQL

Οι περιορισμοί εκφράζονται με τον τύπο της συγκεκριμένης ιδιότητας. Οι πιο διαδεδομένοι τύποι που προσφέρει SQL είναι οι ακόλουθοι:<sup>[18]</sup>

- `char(n)`: Μια συμβολοσειρά σταθερού μήκους, με μήκος  $n$  καθορισμένο από το σχεδιαστή.
- `varchar(n)`: Μια συμβολοσειρά μεταβλητού μήκους με μέγιστο μήκος  $n$  καθορισμένο από τον χρήστη.
- `int`: Ένας ακέραιος (ένα υποσύνολο των ακεραίων που υποστηρίζει ο υπολογιστής).
- `numeric(p,d)`: Ένας αριθμός σταθερής υποδιαστολής με ακρίβεια καθορισμένη από το σχεδιαστή. Ο αριθμός αποτελείται από  $p$  ψηφία (συν ένα πρόσημο) και τα  $d$  από τα  $p$  ψηφία είναι στα δεξιά του δεκαδικού συμβόλου. Έτσι, το `numeric(3,1)` επιτρέπει στο 44.5 να αποθηκεύεται ακριβώς έτσι, αλλά στο 444.5 και το 0.32 δεν θα αποθηκευθούν ακριβώς.
- `real, double precision`: Αριθμοί κινητής υποδιαστολής και διπλής ακρίβειας, με ακρίβεια εξαρτώμενη από τον υπολογιστή.
- `float(n)`: Ένας αριθμός κινητής υποδιαστολής με ακρίβεια τουλάχιστον  $n$  ψηφία.

Κάθε τύπος μπορεί να περιλαμβάνει μία ειδική τιμή που ονομάζεται *null*. Μία τιμή `null` υποδεικνύει μία τιμή η οποία λείπει που μπορεί να υπάρχει αλλά είναι άγνωστη ή που μπορεί να μην υπάρχει καθόλου.

### 3.4.3 – Περιορισμοί ακεραιότητας στην SQL

Primary key ( $A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jm}$ ) Η προδιαγραφή primary key λέει ότι οι ιδιότητες  $A_{j1}, A_{j2}, \dots, A_{jm}$  σχηματίζουν το πρωτεύον κλειδί της σχέσης. Οι ιδιότητες του πρωτεύοντος κλειδιού πρέπει να είναι non-null (μη κενές) και unique (μοναδικές), δηλαδή καμμιά εγγραφή δεν μπορεί να έχει κενή τιμή στην ιδιότητα του πρωτεύοντος κλειδιού και δεν μπορεί να υπάρχουν δύο εγγραφές στη σχέση, που να είναι ίσες σε όλες τις ιδιότητες του πρωτεύοντος κλειδιού.

Foreign key ( $A_{k1}, A_{k2}, \dots, A_{km}$ ) references s: Η προδιαγραφή foreign key λέει ότι οι τιμές των ιδιοτήτων ( $A_{k1}, A_{k2}, \dots, A_{km}$ ) σε οποιαδήποτε εγγραφή της σχέσης πρέπει να αντιστοιχούν σε τιμές των ιδιοτήτων του πρωτεύοντος κλειδιού κάποιας εγγραφής στη σχέση.

Not null: Ο περιορισμός not null σε μια ιδιότητα καθορίζει ότι δεν επιτρέπεται τιμή null για αυτήν την ιδιότητα. Με άλλα λόγια, ο περιορισμός αποκλείει την τιμή null από το πεδίο τιμών αυτής της ιδιότητας.

Η SQL στη συνέχεια αποτρέπει οποιαδήποτε ενημέρωση της βάση δεδομένων που παραβιάζει έναν περιορισμό ακεραιότητας.<sup>[18]</sup>

### 3.4.4 Ορισμός των σχέσεων

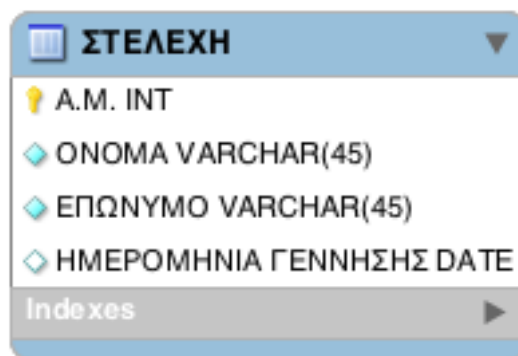
Προχωρούμε τώρα στον ορισμό των σχέσεων της βάσης. Θα ξεκινήσουμε με τη σχέση ΣΤΕΛΕΧΗ.

Η σχέση ΣΤΕΛΕΧΗ θα έχει τέσσερις ιδιότητες. Η πρώτη θα είναι ο Αριθμός Μητρώου του στελέχους, ο οποίος είναι ένας δωδεκαψήφιος αριθμός. Ως εκ τούτου, επιλέγουμε τον τύπο int. Οι επόμενες δύο σχέσεις είναι το ονοματεπώνυμο του στελέχους, για τις οποίες θα οριστεί ο τύπος varchar(45). Η τελευταία ιδιότητα είναι η ημερομηνία γέννησης, η οποία έχει τον τύπο DATE. Η χρήση της ημερομηνίας γέννησης είναι απαραίτητη σε μία βάση δεδομένων βιοσημάτων, αφού όπως είδαμε στο

προηγούμενο κεφάλαιο όλα τα ζωτικά σημεία μεταβάλλονται με την πάροδο της ηλικίας. Είναι ένα κριτήριο για να αξιολογούμε τις τιμές των βιοσημάτων.

Ως πρωτεύον κλειδί επιλέγουμε την ιδιότητα A.M., αφού μπορεί να υπήρχαν δύο στελέχη με το ίδιο ονοματεπώνυμο.

```
CREATE TABLE `ΣΤΕΛΕΧΗ` (  
  `A.M.` int(11);  
  `ΟΝΟΜΑ` varchar(45);  
  `ΕΠΩΝΥΜΟ` varchar(45);  
  `ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΓΕΝΝΗΣΗΣ` date ;  
  primary key (A.M.);  
);
```



(Εικ. 3.1 – Η σχέση Στελέχη)

Προχωρούμε στον ορισμό της σχέσης ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ, η οποία θα έχει δύο σχέσεις. Η πρώτη θα είναι ο Κωδικός Δραστηριότητας, που θα είναι ένας int. Επιλέγουμε ο Κωδικός Δραστηριότητας να είναι Auto Incrementable, δηλαδή να ξεκινά από το 1 και κάθε καινούργια δραστηριότητα να παίρνει ως τιμή Κωδικού Δραστηριότητας τον επόμενο αριθμό από την τιμή της τελευταίας. Η δεύτερη σχέση θα είναι η Περιγραφή Δραστηριότητας, η οποία θα ανήκει στον τύπο text, διότι επιτρέπει την ακριβή περιγραφή της δραστηριότητας. Ως πρωτεύον κλειδί επιλέγουμε τον Κωδικό Δραστηριότητας για τον εξής λόγο: μπορεί να υπάρχουν δραστηριότητες με πολύ συναφή περιγραφή, όπως 'Μέτριο Τρέξιμο' και "Έντονο Τρέξιμο".



```

CREATE TABLE `ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ` (
  `ΚΩΔΙΚΟΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ` int(11);
  `ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ` text;
  primary key (ΚΩΔΙΚΟΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ.);
);

```

Τέλος ορίζουμε τη σχέση ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ, η οποία θα έχει 9 ιδιότητες. Οι τρεις πρώτες θα είναι η ιδιότητα Α.Μ, η ιδιότητα ΚΩΔΙΚΟΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ και η ιδιότητα ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ, ενώ οι υπόλοιπες 6 θα είναι τα βιοσήματα. Παρατηρούμε ότι η ιδιότητα Α.Μ. είναι πρωτεύον κλειδί στη σχέση ΣΤΕΛΕΧΗ και η ιδιότητα ΚΩΔΙΚΟΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ πρωτεύον κλειδί στη σχέση ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ. Ως εκ τούτου, θα είναι ξενά κλειδιά στη σχέση ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ που θα αναφέρονται στις αντίστοιχες σχέσεις.

Για τη σχέση ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ το πρωτεύον κλειδί αποτελείται από τις ιδιότητες ΑΜ, Κωδικός Δραστηριότητας και Ημερομηνία Μέτρησης.

Για την αναπνευστική συχνότητα, τον καρδιακό σφυγμό, τη συστολική και τη διαστολική αρτηριακή πίεση επιλέγουμε τον τύπο int.. Για τη θερμοκρασία επιλέγουμε τον τύπο numeric(3,1), αφού πάντα αναφερόμαστε στη θερμοκρασία με ακρίβεια ενός δεκαδικού ψηφίου. Για τον κορεσμό οξυγόνου επιλέγουμε int, με όριο όμως από 0 έως 100.. Για τα επίπεδα κορτιζόλης επιλέγουμε numeric(4,2).

```

CREATE TABLE `ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ` (
  `Α.Μ.` int(11) NOT NULL,
  `Κωδικός Δραστηριότητας` int(3) NOT NULL,
  `Ημερομηνία Μέτρησης` date NOT NULL,
  `Συστολική Πίεση Αίματος` int(3),
  `Διαστολική Πίεση Αίματος` int(3) ,
  `Θερμοκρασία Σώματος` numeric(3,1) ,
  `Καρδιακή Συχνότητα` int(3) ,

```

```
`Αναπνευστική Συχνότητα` int(3) ,  
`Κορεσμός Οξυγόνου` int(3) ,  
`Επίπεδα Κορτιζόλης` numeric(4,2)  
) ENGINE=InnoDB DEFAULT;
```

### 3.5 Εισαγωγή, ανάκτηση, ενημέρωση και διαγραφή

Αφού ορίσαμε τις σχέσεις μας, μένει η εισαγωγή και επεξεργασία των δεδομένων, οι οποίες συμπυκνώνονται ως λειτουργίες στο ακρώνυμο CRUD (Create, Retrieve, Update, Delete). Το web application που έχουμε κατασκευάσει υποστηρίζει αυτές τις λειτουργίες μέσω του γραφικού interface του, ωστόσο θα παρουσιάσουμε για χάρη πληρότητας τις αντίστοιχες εντολές τις SQL.

Χρησιμοποιούμε την εντολή insert για να φορτώσουμε δεδομένα στη σχέση. Για παράδειγμα, εάν θέλουμε να εισάγουμε έναν καθηγητή με ονοματεπώνυμο Αλέξανδρος Χορτιάτης, ημερομηνία γέννησης 6/9/1984 και Α.Μ. 49504 τότε γράφουμε:

```
Insert into `ΣΤΕΛΕΧΗ`  
Values (49504, `Αλέξανδρος`,`Χορτιάτης`,1984-05-09).
```

Συγκρίνοντας με την εντολή create table `ΣΤΕΛΕΧΗ` βλέπουμε ότι οι τιμές καθορίζονται με τη σειρά στην οποία παρατίθενται οι αντίστοιχες ιδιότητες στο σχήμα της σχέσης.

Για την ανανέωση μιας εγγραφής της στη βάση χρησιμοποιούμε την εντολή update. Για παράδειγμα, για να αλλάξουμε το επώνυμο στην παραπάνω εγγραφή:

```
UPDATE `ΣΤΕΛΕΧΗ`  
SET ONOMA=`Αλέξανδρος`  
WHERE A.M. = 49504;
```

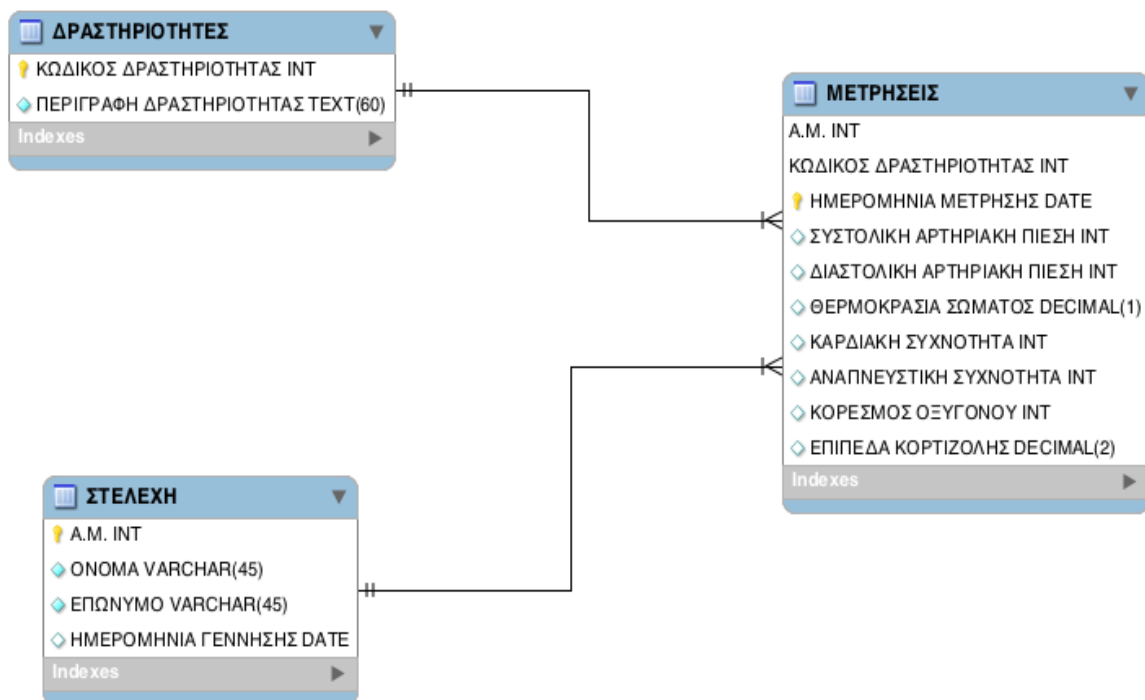
Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την εντολή delete για να διαγράψουμε εγγραφές από μία σχέση. Για να διαγράψουμε την παραπάνω εγγραφή, γράφουμε:

```
DELETE FROM 'ΣΤΕΛΕΧΗ'  
WHERE A.M. =49504;
```

Αν παραλείψουμε τη συνθήκη, τότε θα διαγραφούν όλες οι εγγραφές της σχέσης 'ΣΤΕΛΕΧΗ'.

### 3.6 Σχεσιακό μοντέλο της βάσης δεδομένων

Ο σχεδιασμός της βάσης δεδομένων έχει γίνει με βάση το παρακάτω σχήμα:



(Εικ. 3.2 – Το σχεσιακό σχήμα της βάσης δεδομένων)

Κατ' αρχάς, έχουν εισαχθεί περιορισμοί NOT NULL έτσι ώστε να μην μπορούν να τεθούν NULL οι αντίστοιχες τιμές.

Η σχέση ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ περιέχει δύο περιορισμούς ακεραιότητας. Συγκεκριμένα, περιέχει δύο ξένα κλειδιά: το Α.Μ., το οποίο είναι πρωτεύον κλειδί στη σχέση ΣΤΕΛΕΧΗ, και τον ΚΩΔΙΚΟ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ, που είναι πρωτεύον κλειδί στη σχέση ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ. Έτσι, οι ιδιοτητες Α.Μ. και ΚΩΔΙΚΟΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ σχέσης ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ συμπληρώνεται υποχρεωτικά από υπαρκτές τιμές των σχεσεων ΣΤΕΛΕΧΗ και ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ στις οποίες είναι πρωτεύοντα κλειδιά.

Επιπλέον, στα δύο ξένα κλειδιά της σχέσης ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ υπάρχουν περιορισμοί ακεραιότητας που καθορίζουν τι γίνεται όταν διαγράφονται ή ανανεώνονται δεδομένα.

### 3.7 Κώδικας κατασκευής της βάσης δεδομένων

Παρακάτω παρατίθεται ο κώδικας SQL που κατασκευάζει τη βάση:

```
CREATE TABLE `Experiments` (  
  `SubjectID` int(11) NOT NULL,  
  `TestCode` int(3) NOT NULL,  
  `Date` date NOT NULL,  
  `SystolicBloodPressure` int(3) NOT NULL,  
  `DiastolicBloodPressure` int(3) NOT NULL,  
  `BodyTemperature` decimal(3,1) NOT NULL,  
  `HeartRate` int(3) NOT NULL,  
  `RespiratoryRate` int(3) NOT NULL,  
  `OxygenSaturation` int(3) NOT NULL,  
  `CortisolLevels` decimal(4,2) NOT NULL  
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1;
```

```
-----  
--  
-- Table structure for table `Subjects`  
--
```

```
CREATE TABLE `Subjects` (  
  `SubjectID` int(11) NOT NULL,  
  `FirstName` varchar(45) NOT NULL,  
  `LastName` varchar(45) NOT NULL,  
  `DateOfBirth` date NULL  
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1;
```

```

-----
--
-- Table structure for table `Tests`
--
CREATE TABLE `Tests` (
  `TestCode` int(3) NOT NULL,
  `TestDescription` text NOT NULL
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1;

--
--
-- Indexes for table `Experiments`
--
ALTER TABLE `Experiments`
  ADD PRIMARY KEY (`SubjectID`,`TestCode`,`Date`),
  ADD KEY `TestCode Foreign Key` (`TestCode`);

--
-- Indexes for table `Subjects`
--
ALTER TABLE `Subjects`
  ADD PRIMARY KEY (`SubjectID`);

--
-- Indexes for table `Tests`
--
ALTER TABLE `Tests`
  ADD PRIMARY KEY (`TestCode`);

--
-- AUTO_INCREMENT for table `Tests`
--
ALTER TABLE `Tests`
  MODIFY `TestCode` int(3) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  AUTO_INCREMENT=8;

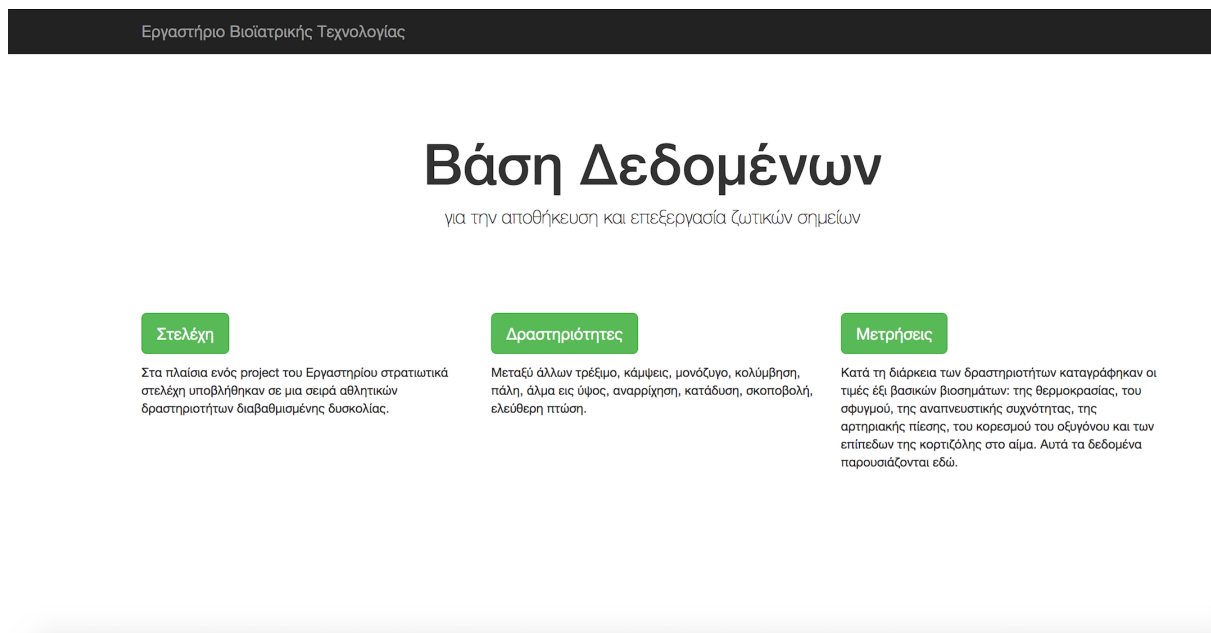
--
-- Constraints for table `Experiments`
--
ALTER TABLE `Experiments`
  ADD CONSTRAINT `SubjectID Foreign key` FOREIGN KEY (`SubjectID`)
  REFERENCES `TestSubjects` (`SubjectID`),
  ADD CONSTRAINT `TestCode Foreign Key` FOREIGN KEY (`TestCode`)
  REFERENCES `TestTypes` (`TestCode`);

```

## Κεφάλαιο 3 – Διεπαφή της βάσης δεδομένων

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζουμε το user interface της εφαρμογής web που αναπτύξαμε για την βάση δεδομένων.

Η κεντρική σελίδα της εφαρμογής μας φαίνεται παρακάτω.





















(Εικ. 4.1 - Η κεντρική σελίδα της βάσης δεδομένων)

Στην κεντρική σελίδα μπορούμε να επιλέξουμε όποιον από τους τρεις πίνακες θέλουμε. Επιλέγοντας τα Στελέχη, οδηγούμαστε στο Ευρετήριο στελεχών.

## Ευρετήριο στελεχών

Προσθήκη στελέχους

Showing 1-9 of 9 items.

#	Αριθμός Μητρώου	Όνομα	Επώνυμο	Ημερομηνία Γέννησης	
1	40585	Νεκτάριος	Παπαδόπουλος	1990-04-04	 
2	49494	Δημήτρης	Τραγάκης	1984-06-12	 
3	2049949	Βασίλειος	Κοντογιαννόπουλος	1979-03-02	 
4	5050595	Αναστάσιος	Αθανασόπουλος	1975-11-24	 
5	9484949	Άρης	Κουνάδης	1975-10-29	 
6	44949494	Διονύσιος	Χρησταράς	1984-08-11	 
7	73949204	Γεώργιος	Σωτηριάδης	1984-01-02	 
8	88105849	Νικόλαος	Τοροσίδης	1989-04-12	 
9	94949494	Αναστάσιος	Χορταρέας	1982-03-15	 




















(Εικ. 4.2 – Το ευρετήριο της σχέσης ΣΤΕΛΕΧΗ)

Το ευρετήριο είναι εφοδιασμένο με την δυνατότητα ταξινόμησης. Για παράδειγμα, επιλέγοντας την ιδιότητα Ημερομηνία Γέννησης μπορούμε να ταξινομήσουμε τα στελέχη ως προς το έτος γέννησης:

## Ευρετήριο στελεχών

Προσθήκη στελέχους

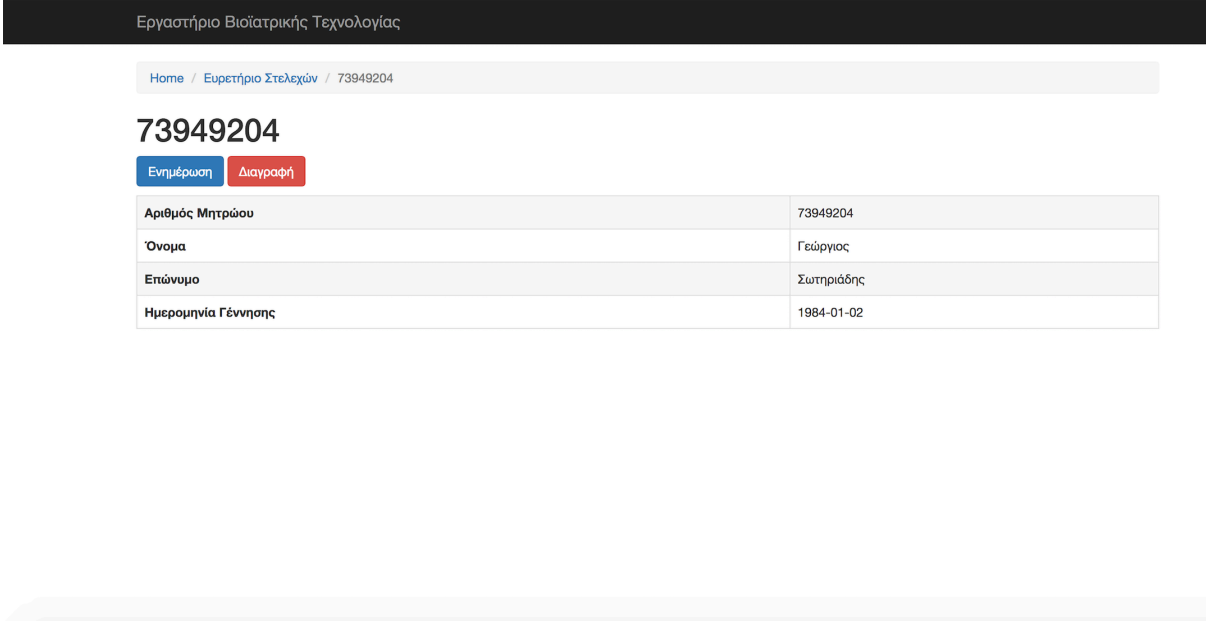
Showing 1-9 of 9 items.

#	Αριθμός Μητρώου	Όνομα	Επώνυμο	Ημερομηνία Γέννησης 	
1	40585	Νεκτάριος	Παπαδόπουλος	1990-04-04	 
2	88105849	Νικόλαος	Τοροσίδης	1989-04-12	 
3	44949494	Διονύσιος	Χρησταράς	1984-08-11	 
4	49494	Δημήτρης	Τραγάκης	1984-06-12	 
5	73949204	Γεώργιος	Σωτηριάδης	1984-01-02	 
6	94949494	Αναστάσιος	Χορταρέας	1982-03-15	 
7	2049949	Βασίλειος	Κοντογιαννόπουλος	1979-03-02	 
8	5050595	Αναστάσιος	Αθανασόπουλος	1975-11-24	 
9	9484949	Άρης	Κουνάδης	1975-10-29	 

(Εικ. 4.3 – Το ευρετήριο παρέχει τη δυνατότητα ταξινόμησης ως προς οποιαδήποτε ιδιότητα. Εδώ φαίνεται η ταξινόμηση ως προς το έτος γέννησης.)

Στα δεξιά κάθε εγγραφής της σχέσης εμφανίζονται τρία εικονίδια, που επιτρέπουν την αναλυτική επισκόπηση της εγγραφής, την ενημέρωση της εγγραφής και τη διαγραφή της εγγραφής.

Επιλέγοντας το πρώτο εικονίδιο για το στέλεχος Γιώργος Σωτηριάδης βρισκόμαστε στη σελίδα με τα στοιχεία του στελέχους:



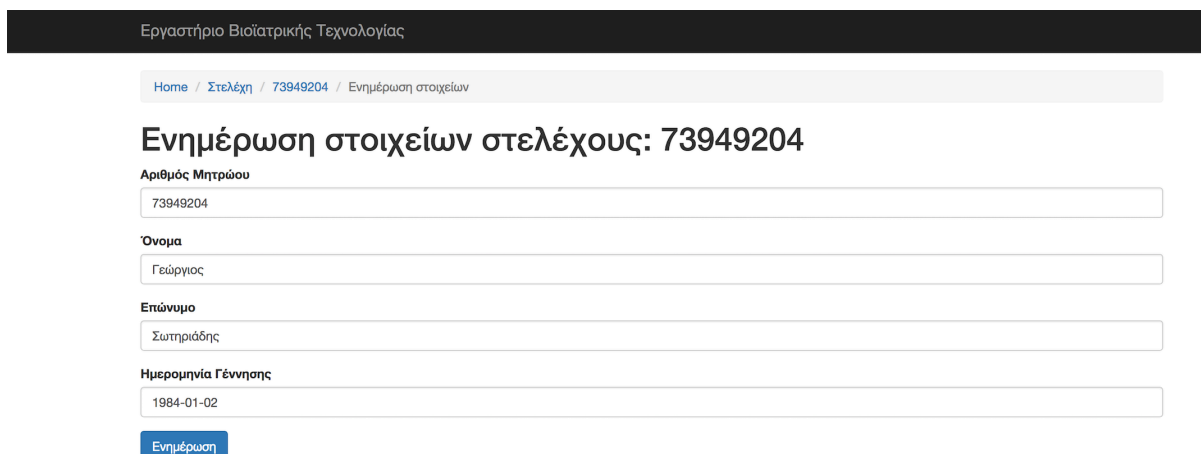
The screenshot shows a web interface for a medical technology company. At the top, there is a dark header with the text "Εργαστήριο Βιοϊατρικής Τεχνολογίας". Below this is a breadcrumb trail: "Home / Ευρετήριο Στελεχών / 73949204". The main content area features the ID "73949204" in large blue text. Below the ID are two buttons: "Ενημέρωση" (Update) in blue and "Διαγραφή" (Delete) in red. A table below displays the employee's details:

Αριθμός Μητρώου	73949204
Όνομα	Γεώργιος
Επώνυμο	Σωτηριάδης
Ημερομηνία Γέννησης	1984-01-02

(Εικ. 4.4 – Αναλυτική παρουσίαση των στοιχείων του στελέχους).



Εάν σε αυτό το σημείο επιλέξουμε την επιλογή Ενημέρωση οδηγούμαστε σε μία φόρμα που επιτρέπει την ενημέρωση μερικών ή όλων των στοιχείων της εγγραφής:



Εργαστήριο Βιοϊατρικής Τεχνολογίας

Home / Στελέχη / 73949204 / Ενημέρωση στοιχείων

### Ενημέρωση στοιχείων στελέχους: 73949204

Αριθμός Μητρώου

Όνομα

Επώνυμο

Ημερομηνία Γέννησης

(Εικ. 4.5 – Φόρμα ενημέρωσης μερικών ή όλων των στοιχείων ενός στελέχους.)

Αφού ολοκληρωθεί η ενημέρωση, η εγγραφή καταχωρείται ενημερωμένη στον πίνακα με τα στελέχη. Επιλέγοντας τη δυνατότητα της διαγραφής μπορούμε να διαγράψουμε ολόκληρη την εγγραφή.

Επιλέγοντας την Προσθήκη στελέχους στο πάνω μέρος της οθόνης εμφανίζεται μία φόρμα για την εισαγωγή των στοιχείων νέου στελέχους:



Εργαστήριο Βιοϊατρικής Τεχνολογίας

Home / Ευρετήριο στελεχών / Προσθήκη Στελέχους

### Προσθήκη Στελέχους

Αριθμός Μητρώου

Όνομα

Επώνυμο

Ημερομηνία Γέννησης

(Εικ. 4.6 – Φόρμα εισαγωγής στοιχείων νέου στελέχους).

Αξίζει να δείξουμε ότι αν προσπαθήσουμε να αφήσουμε κενή μία ιδιότητα που έχει χαρακτηριστεί ως NOT NULL, όπως τον Αριθμό Μητρώου, τότε εμφανίζεται το παρακάτω μήνυμα.

Εργαστήριο Βιοϊατρικής Τεχνολογίας

Home / Ευρετήριο στελεχών / Προσθήκη Στελέχους

## Προσθήκη Στελέχους

**Αριθμός Μητρώου**

Αριθμός Μητρώου cannot be blank.

**Όνομα**

**Επώνυμο**

**Ημερομηνία Γέννησης**

Προσθήκη στελέχους

(Εικ. 4.7 – Σφάλμα κατά την εισαγωγή ελλιπών στοιχείων).

Χάριν πληρότητας παρουσιάζουμε το ευρετήριο δραστηριοτήτων (βλ. εικ. 4.8) και το ευρετήριο μετρήσεων (βλ. εικ. 4.9).

























Εργαστήριο Βιοϊατρικής Τεχνολογίας

Home / Ευρετήριο δραστηριοτήτων

## Ευρετήριο δραστηριοτήτων

Προσθήκη δραστηριότητας

Showing 1-8 of 8 items.





#	Κωδικός δραστηριότητας	Περιγραφή δραστηριότητας	
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
1	1	Τρέξιμο	  
2	2	Κολύμβηση	  
3	3	Αναρρίχηση	  
4	4	Ελεύθερη πτώση	  
5	5	Κατάδυση	  
6	6	Πάλη	  
7	7	Κάμψεις	  
8	8	Μονόζυγο	  

(Εικ. 4.8. Ευρετήριο δραστηριοτήτων)

## Ευρετήριο μετρήσεων

Προσθήκη μέτρησης

Showing 1-2 of 2 items.

#	A.M.	Κωδ. Δραστηριότητας	Ημ. Μέτρησης	Συστ. Πίεση	Διαστ. Πίεση	Θερμοκρασία	Καρδιακοί σφυγμοί	Αναπνευστική συχνότητα	Κορεσμός οξυγόνου	Επίπεδα κορτιζόλης	
1	43009	4	2017-04-04	14	0	35.9	100	140	0	0.00	 
2	84944	5	2017-04-04	18	0	36.9	120	200	0	0.00	 

(Εικ. 4.9 Ευρετήριο μετρήσεων)

## Κεφάλαιο 5 – Υλοποίηση της εφαρμογής web

### 5.1 Εργαλεία υλοποίησης

Υλοποιήσαμε τη βάση δεδομένων χρησιμοποιώντας συγκεκριμένα εργαλεία αξιολογώντας τόσο τα χαρακτηριστικά τους όσο και τις ιδιαιτερότητες της βάσης δεδομένων μας.

Ως σύστημα διαχείρισης σχεσιακών βάσεων δεδομένων (RDBMS) χρησιμοποιήσαμε τη MySQL. Η MySQL χρησιμοποιείται ευρέως και υποστηρίζεται από μία ενεργή κοινότητα ανάπτυξης και συντήρησής της<sup>[4003]</sup>. Έτσι, είχαμε εύκολα πρόσβαση σε λύσεις σε διάφορα προβλήματα που κατά καιρούς αντιμετωπίσαμε. Επιπλέον, σε αντίθεση με τον SQL Server που είναι ανεπτυγμένος μόνο για Windows, είναι συμβατή τόσο με linux όσο Mac OS, τα οποία χρησιμοποιήσαμε εμείς.

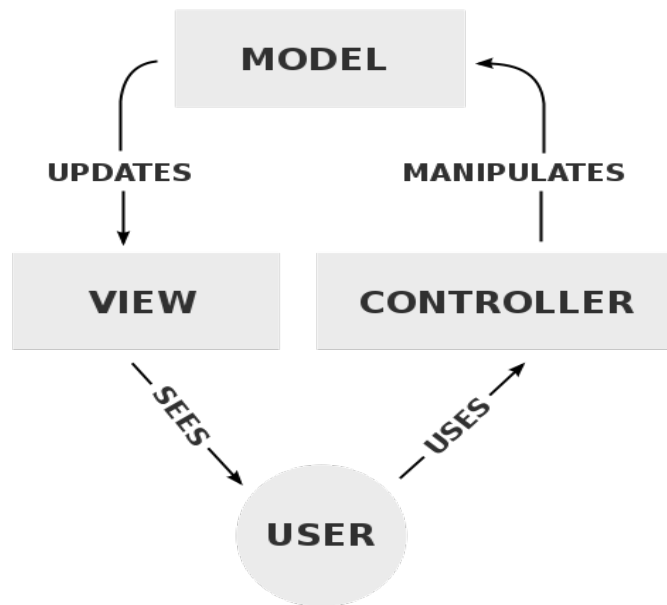
Για την ανάπτυξη της web εφαρμογής χρησιμοποιήσαμε τη γλώσσα php στην object oriented μορφή της, κυρίως λόγω της υψηλής αλληλεπίδρασής της με την MySQL. Η php παρέχει τη δυνατότητα άμεσης σύνδεσης με τη βάση δεδομένων και απευθείας διατύπωσης εντολών σε αυτήν. Επιπλέον, ευνοεί την παράλληλη και ανεξάρτητη ανάπτυξη λογισμικού το οποίο συντίθεται εύκολα στο τελικό αποτέλεσμα.

Τέλος ακολουθήσαμε το Yii 2.0 php framework<sup>[62]</sup>, το οποίο παρέχει έναν δομημένο τρόπο ανάπτυξης της εφαρμογής προτείνοντας κάποιες καθιερωμένες λύσεις για το σχεδιασμό της εφαρμογής, διευρύνοντας την αρχιτεκτονική Model View Controller. Σύμφωνα με αυτό, κάποιες βασικές λειτουργίες υλοποιούνται ξεχωριστά, έτσι ώστε η σύνδεση των επιμέρους συνιστωσών της εφαρμογής να γίνεται σε υψηλό επίπεδο.

### 5.2 Αρχιτεκτονική Model View Controller

Η αρχιτεκτονική Model View Controller<sup>[61]</sup> είναι ένα διαδομένο σχεδιαστικό πρότυπο, η κεντρική ιδέα του οποίου είναι ο διαχωρισμός των user interfaces από τα δεδομένα που τα user interfaces αναπαριστούν. Έτσι, το View παρουσιάζει την

πληροφορία στον χρήστη. Το controller επεξεργάζεται τις κινήσεις του χρήστη και μαζί με το View ορίζουν το user interface. Το Model είναι το μέρος της εφαρμογής που περιλαμβάνει τόσο την πληροφορία που αναπαριστά το View όσο και τη λογική σχεδίαση της αλληλεπίδρασης της εφαρμογής με τον χρήστη. Έτσι, το controller δέχεται εντολές από τον χρήστη και τις μετατρέπει σε εντολές προς τα models και τα views, τα οποία παραμένουν απομακρυσμένα. (Εικ. 5.1).<sup>[21]</sup>



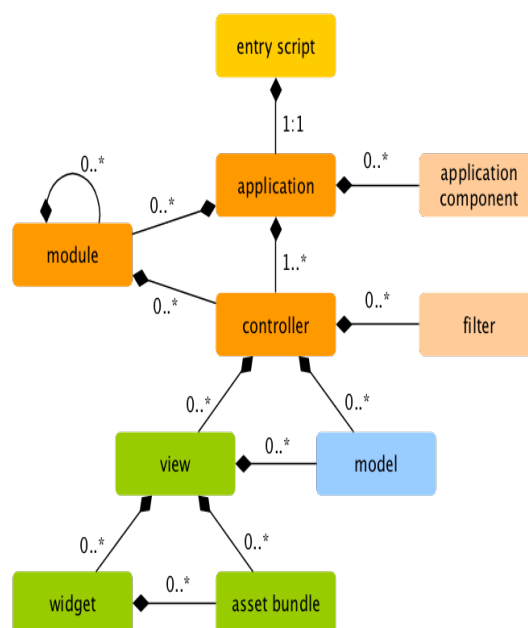
(Εικ. 5.1 - Διάγραμμα των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των τριών μερών στην αρχιτεκτονική MVC)

Η αποσύμπλεξη των δεδομένων από την αναπαράστασή τους επιτρέπει την οποιασδήποτε κλίμακας αλλαγή της διεπαφής χωρίς καμία αλλαγή στις δομές δεδομένων ή τη λογική σχεδίαση του συστήματος. Έτσι, η εφαρμογή μπορεί να έχει διαφορετικές διεπαφές ανάλογα με τον χρήστη της, όπως να υποστηρίζει πολλές γλώσσες ή να διαφορετικά σύνολα δικαιωμάτων ως προς τα δεδομένα.

Το Yii 2.0 framework αποτελεί μία επέκταση της αρχιτεκτονικής MVC, η οποία διαιρεί τα controller και views σε επιμέρους τμήματα (βλ. εικ. 5.2.) . Έτσι έχουμε ακόμη:

- entry script: τα οποία είναι php scripts απευθείας προσβάσιμα από το χρήστη και είναι υπεύθυνα για τη διαχείριση του κύκλου που εκκινεί ένα request.

- Applications: τα οποία είναι καθολικά (globally) προσβάσιμα αντικείμενα που διαχειρίζονται τις συνιστώσες του προγράμματος
- Application components: αντικείμενα που συνδέονται με τα applications για την επέκταση των λειτουργιών τους
- Modules: αυτόνομα πακέτα κώδικα που είναι τα ίδια δομημένα με την αρχιτεκτονική MVC. Έτσι, μια εφαρμογή μπορεί να οικοδομηθεί από τη σύνθεση επιμέρους modules.
- Filters: αναπαριστούν τον κώδικα που καλείται πριν και μετά την διαχείριση κάθε request από τον controller
- Widgets: αντικείμενα που μπορούν να ενσωματωθούν στα views και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πολλαπλά views.



(5.2 – Η επέκταση της αρχιτεκτονικής MVC στο Yii 2.0 framework)

## 5.3 Περιήγηση στον κώδικα php

Έχουμε δομήσει την εφαρμογή με ανεξάρτητα models, views και controllers για κάθε σχέση, τα οποία όμως επιτελούν τις ίδιες λειτουργίες. Συγκεκριμένα, για κάθε σχέση (την οποία ας αποκαλέσουμε relation) υλοποιήσαμε:

Έξι διαφορετικά views:

- Το `views\relation\index.php` που αναπαριστά το ευρετήριο της εκάστοτε σχέσης. (εικ. 4.2)
- Το `views\relation\_search.php` που αναπαριστά τη σελίδα ευρετηρίου ύστερα από κάποια αναζήτηση (βλ. εικ. 4.3),
- το `views\relation\view.php` που αναπαριστά τη σελίδα πλήρους επισκόπησης των στοιχείων ενός στελέχους (βλ. εικ. 4.4),
- το `views\relation\update.php` που αναπαριστά τη σελίδα ενημέρωσης των στοιχείων (βλ. εικ. 4.5) και
- το `views\relation\create.php` που αναπαριστά τη σελίδα προσθήκης νέου στελέχους (βλ. εικ. 4.5)
- το `views\relation\_form.php`, το οποίο υλοποιεί την interactive φόρμα εισαγωγής στοιχείων των δύο προηγούμενων views.

Δύο models :

- το `models\Relation.php` που είναι η ίδια η σχέση στελέχη και
- το `models\RelationSearch.php` που ορίζει τη δυνατότητα αναζήτησης στο ευρετήριο

Τον controller `controllers\RelationController.php` που διαχειρίζεται την αλληλεπίδραση μεταξύ των Views και των Models.

Σε αυτήν την ενότητα θα παρουσιάσουμε την σύνδεση μεταξύ των models, views και controllers που υλοποιούν τη σχέση ΣΤΕΛΕΧΗ, την απεικόνισή της και την αλληλεπίδρασή της με το χρήστη. Ο πλήρης κώδικας της εφαρμογής web, που

περιλαμβάνει τα αντίστοιχα κομμάτια php για τις άλλες δύο σχέσεις της βάσης δεδομένων αλλά και την homepage της εφαρμογής web, βρίσκεται στο Παράρτημα στο τέλος της εργασίας.

### Controllers\SubjectsController.php

Η συνάρτηση `actionIndex()` στο σώμα της κλάσης `SubjectsController` παρουσιάζει όλες τις εγγραφές της σχέσης `Subjects`. Όπως βλέπουμε, ορίζει ένα νέο instance του Model `SubjectsSearch` και το συνδέει με το View του ευρετηρίου μέσω της `render()`. Η εντολή `render()` είναι μία βοηθητική συνάρτηση η οποία εκτυπώνει και εμφανίζει το View στην εφαρμογή μας. Αντίστοιχα, η συνάρτηση `actionView()` κάνει απευθείας `render` το view της επισκόπησης των στοιχείων στελέχους ενώ η `actionCreate()` αφού ορίζει ένα καινούργιο instance των `Subjects()` το συνδέει με τα views της επισκόπησης στοιχείων ή της προσθήκης στοιχείων, σύμφωνα με την επιτυχία ή αποτυχία της προσθήκης αντίστοιχα.

Η συνάρτηση `findModel()` δέχεται ως όρισμα το πρωτεύον κλειδί της σχέσης και βάση αυτού αναζητεί τις εγγραφές που έχουν συγκεκριμένη τιμή πρωτεύοντος κλειδιού. Την χρησιμοποιούμε στις `actionUpdate()` και `actionDelete()` για την ενημέρωση και διαγραφή στοιχείων μέσω του πρωτεύοντος κλειδιού.

```
<?php
namespace app\controllers;

use Yii;
use app\models\Subjects;
use app\models\SubjectsSearch;
use yii\web\Controller;
use yii\web\NotFoundHttpException;
use yii\filters\VerbFilter;

class SubjectsController extends Controller
{
    public function behaviors()
    {
        return [
```



```

'verbs' => [
    'class' => VerbFilter::className(),
    'actions' => [
        'delete' => ['POST'],
    ],
],
];
}

public function actionIndex()
{
    $searchModel = new SubjectsSearch();
    $dataProvider = $searchModel->search(Yii::$app->request->queryParams);

    return $this->render('index', [
        'searchModel' => $searchModel,
        'dataProvider' => $dataProvider,
    ]);
}

public function actionView($id)
{
    return $this->render('view', [
        'model' => $this->findModel($id),
    ]);
}

public function actionCreate()
{
    $model = new Subjects();

    if ($model->load(Yii::$app->request->post()) && $model->save()) {
        return $this->redirect(['view', 'id' => $model->SubjectID]);
    } else {
        return $this->render('create', [
            'model' => $model,
        ]);
    }
}

public function actionUpdate($id)
{
    $model = $this->findModel($id);

    if ($model->load(Yii::$app->request->post()) && $model->save()) {
        return $this->redirect(['view', 'id' => $model->SubjectID]);
    } else {
        return $this->render('update', [
            'model' => $model,
        ]);
    }
}

```

```

    ]);
    }
}
public function actionDelete($id)
{
    $this->findModel($id)->delete();

    return $this->redirect(['index']);
}

protected function findModel($id)
{
    if (($model = Subjects::findOne($id)) !== null) {
        return $model;
    } else {
        throw new NotFoundHttpException('The requested page does not exist.');
```

### models\ModelSubjects.php

Εδώ ορίζεται η ίδια η σχέση Subjects στον κώδικα php. Εσωτερικά της κλάσης που την υλοποιεί βλέπουμε τις συναρτήσεις tableName(), rules() και attributeLabels() που μέσω php scenarios παρουσιάζουν τη γενική δομή της σχέσης και τις μεταβλητές ετικέτες της.

```

<?php

namespace app\models;

use Yii;

class Subjects extends \yii\db\ActiveRecord
{
    public static function tableName()
    {
        return 'Subjects';
    }
    public function rules()
    {
        return [
            [['SubjectID', 'FirstName', 'LastName'], 'required'],
```

```

        [['SubjectID'], 'integer'],
        [['DateOfBirth'], 'safe'],
        [['FirstName', 'LastName'], 'string', 'max' => 55],
    ];
}
public function attributeLabels()
{
    return [
        'SubjectID' => 'Αριθμός Μητρώου',
        'FirstName' => 'Όνομα',
        'LastName' => 'Επώνυμο',
        'DateOfBirth' => 'Ημερομηνία Γέννησης',
    ];
}
}

```

### Models\SubjectSearch.php

Σε αυτήν την κλάση ορίζεται ο μηχανισμός αναζήτησης στο ευρετήριο των στελεχών μέσω στην `search($params)` με ένα query που δέχεται ως παράμετρο την ιδιότητα της εγγραφής η οποία αναζητείται.

```

<?php

namespace app\models;

use Yii;
use yii\base\Model;
use yii\data\ActiveDataProvider;
use app\models\Subjects;

class SubjectsSearch extends Subjects
{
    public function rules()
    {
        return [
            [['SubjectID'], 'integer'],
            [['FirstName', 'LastName', 'DateOfBirth'], 'safe'],
        ];
    }
    public function scenarios()
    {
        return Model::scenarios();
    }
}

```

```

public function search($params)
{
    $query = Subjects::find();

    $dataProvider = new ActiveDataProvider([
        'query' => $query,
    ]);

    $this->load($params);

    if (!$this->validate()) {
        return $dataProvider;
    }

    $query->andFilterWhere([
        'SubjectID' => $this->SubjectID,
        'DateOfBirth' => $this->DateOfBirth,
    ]);

    $query->andFilterWhere(['like', 'FirstName', $this->FirstName])
        ->andFilterWhere(['like', 'LastName', $this->LastName]);

    return $dataProvider;
}
}

```

### views\subjects\view.php

Εδώ γράψαμε σε HTML τη σελίδα αναλυτικής επισκόπησης των στοιχείων ενός στελέχους. Βλέπουμε πώς γίνεται η διασύνδεση του update και του delete χρησιμοποιώντας ως πρωτεύον κλειδί τον A.M.

```

<?php
use yii\helpers\Html;
use yii\widgets\DetailView;

$this->title = $model->SubjectID;
$this->params['breadcrumbs'][] = ['label' => 'Ευρετήριο Στελεχών', 'url' => ['index']];
$this->params['breadcrumbs'][] = $this->title;
?>
<div class="subjects-view">

```

```

<h1><?= Html::encode($this->title) ?></h1>
<p>
  <?= Html::a('Ενημέρωση', ['update', 'id' => $model->SubjectID], ['class' => 'btn btn-
primary']) ?>
  <?= Html::a('Διαγραφή', ['delete', 'id' => $model->SubjectID], [
    'class' => 'btn btn-danger',
    'data' => [
      'confirm' => 'Are you sure that you want to delete this item? ',
      'method' => 'post',
    ],
  ]) ?>
</p>
<?= DetailView::widget([
  'model' => $model,
  'attributes' => [
    'SubjectID',
    'FirstName',
    'LastName',
    'DateOfBirth',
  ],
]) ?>
</div>

```

[views\subjects\update.php](#)

Εδώ έχουμε τη δυνατότητα ενημέρωσης των στοιχείων του στελέχους, όπου εκτυπώνεται μέσω της render η φόρμα εισαγωγής στοιχείων. Συγκρίνοντας με το `views\subjects\create.php` βλέπουμε ότι εισάγεται ως παράμετρος το `SubjectId` για να χρησιμοποιηθεί στο `WHERE` clause της υποβόσκουσας εντολής SQL.

```

<?php
use yii\helpers\Html;

$this->title = 'Ενημέρωση στοιχείων στελέχους: ' . $model->SubjectID;
$this->params['breadcrumbs'][] = ['label' => 'Στελέχη', 'url' => ['index']];
$this->params['breadcrumbs'][] = ['label' => $model->SubjectID, 'url' => ['view', 'id'
=> $model->SubjectID]];
$this->params['breadcrumbs'][] = 'Ενημέρωση στοιχείων';
?>
<div class="subjects-update">

```

```

<h1><?= Html::encode($this->title) ?></h1>

<?= $this->render('_form', [
    'model' => $model,
    ])?>
</div>

```

### views\subjects\index.php

Χρησιμοποιούμε το Grid View του HTML για την εμφάνιση του ευρετηρίου, το οποίο έχει οριστεί ως widget.

```

<?php

use yii\helpers\Html;
use yii\grid\GridView;

$this->title = 'Ευρετήριο στελεχών';
$this->params['breadcrumbs'][] = $this->title;
?>
<div class="subjects-index">

    <h1><?= Html::encode($this->title) ?></h1>
    <?php // echo $this->render('_search', ['model' => $searchModel]); ?>

    <p>
        <?= Html::a('Προσθήκη στελέχους', ['create'], ['class' => 'btn btn-success']) ?>
    </p>
    <?= GridView::widget([
        'dataProvider' => $dataProvider,
        'filterModel' => $searchModel,
        'columns' => [
            ['class' => 'yii\grid\SerialColumn'],

            'SubjectID',
            'FirstName',
            'LastName',
            'DateOfBirth',

            ['class' => 'yii\grid\ActionColumn'],
        ],
    ])?>
</div>

```

## views\subjects\create.php

Εδώ γίνεται η εκτύπωση της \_form.php μέσω της render .

```
<?php
use yii\helpers\Html;

$this->title = 'Προσθήκη Στελέχους';
$this->params['breadcrumbs'][] = ['label' => 'Ευρετήριο στελεχών', 'url' => ['index']];
$this->params['breadcrumbs'][] = $this->title;
?>
<div class="subjects-create">

    <h1><?= Html::encode($this->title) ?></h1>

    <?= $this->render('_form', [
        'model' => $model,
    ]) ?>

</div>
```

## views\subjects\\_search.php

```
<?php
use yii\helpers\Html;
use yii\widgets\ActiveForm;
?>

<div class="subjects-search">

    <?php $form = ActiveForm::begin([
        'action' => ['index'],
        'method' => 'get',
    ]); ?>

    <?= $form->field($model, 'SubjectID') ?>

    <?= $form->field($model, 'FirstName') ?>

    <?= $form->field($model, 'LastName') ?>
```

```

<?= $form->field($model, 'DateOfBirth') ?>

<div class="form-group">
  <?= Html::submitButton('Search', ['class' => 'btn btn-primary']) ?>
  <?= Html::resetButton('Reset', ['class' => 'btn btn-default']) ?>
</div>

<?php ActiveForm::end(); ?>

</div>

```

views\subjects\ form.php

Η υλοποίηση της form που χρησιμοποιείται στο create και στο update σε HTML. Παρατηρούμε ότι μέσω της field αντιστοιχίζονται τα τέσσερα τμήματα της φόρμας στις ιδιότητες της βάσης, αντιστοίχιση η οποία θα διευκολυνθεί μέσω του Controller.

```

<?php
use yii\helpers\Html;
use yii\widgets\ActiveForm;
?>

<div class="subjects-form">

  <?php $form = ActiveForm::begin(); ?>

  <?= $form->field($model, 'SubjectID')->textInput() -> label('Αριθμός Μητρώου') ?>

  <?= $form->field($model, 'FirstName')->textInput(['maxlength' => true]) ->
  label("Όνομα") ?>

  <?= $form->field($model, 'LastName')->textInput(['maxlength' => true]) ->
  label('Επώνυμο')?>

  <?= $form->field($model, 'DateOfBirth')->textInput() -> label('Ημερομηνία
  Γέννησης') ?>

  <div class="form-group">

```



```
<?= Html::submitButton($model->isNewRecord ? 'Προσθήκη στελέχους' :  
'Ενημέρωση', ['class' => $model->isNewRecord ? 'btn btn-success' : 'btn btn-primary'])  
>  
</div>  
  
<?php ActiveForm::end(); ?>  
  
</div>
```

## Κεφάλαιο 6 – Συμπεράσματα

Η μελέτη της βιβλιογραφίας που παρουσιάσαμε στο κεφάλαιο 2 δείχνει ότι τα ζωτικά σημεία εξαρτώνται από πολλαπλούς μη παθολογικούς παράγοντες μεταβολής, οι οποίοι μπορεί να είναι είτε ενδογενείς είτε εξωγενείς. Για παράδειγμα, στην πρώτη κατηγορία ανήκουν για παράδειγμα η επίδραση της ηλικίας, του φύλου ή των βιολογικών κινημάτων ρυθμών του σώματος, ενώ στη δεύτερη η σωματική άσκηση ή το ψυχολογικό στρες.

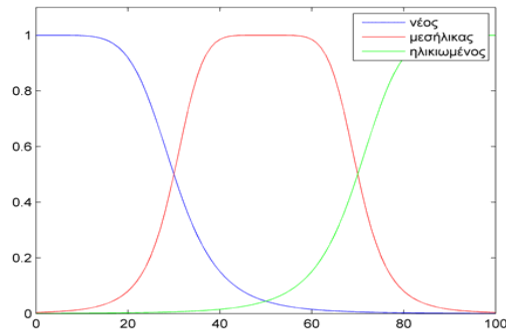
Λαμβάνοντας υπόψιν ότι η βάση δεδομένων που αναπτύξαμε είναι το πρώτο βήμα για την μετέπειτα αξιολόγηση των ζωτικών σημείων, συμπεράναμε ότι η εκτίμηση των ζωτικών σημείων δεν πρέπει να περιορίζεται στο αν οι τιμές τους εντοπίζονται εντός ενός συγκεκριμένου ορίου τιμών αλλά να συνυπολογίζει ταυτόχρονα τη φυσιολογική τους διακύμανση στο εύρος του 24ωρου, τις συνθήκες της μέτρησης (υψόμετρο, θερμοκρασία, αθλητική δραστηριότητα) καθώς και το ιατρικό προφίλ του ατόμου.

Για παράδειγμα, το λογισμικό του συστήματος του ασύρματου αισθητήρα που παρουσιάσαμε στην ενότητα 2.8 θα μπορούσε να βασίζεται όχι στον απλό αλγόριθμο που διαπιστώνει αν οι τιμές των σημείων βρίσκονται εκτός των φυσιολογικών ευρών τιμών αλλά σε ένα ευφρές σύστημα το οποίο θα ενσωματώνει στην κατασκευή του την αλληλεπίδραση πολλών παραγόντων προτού αποκριθεί για ένα βιοσήμα.

Μια υλοποίηση θα στηριζόταν, για παράδειγμα, στη χρήση ασαφούς λογικής <sup>[68]</sup>, η οποία επιτρέπει την εφαρμογή κανόνων απόκρισης και κατηγοριοποίησης σε μη ακριβή περιβάλλοντα. Η υλοποίηση της ασαφούς λογικής στηρίζει σε δύο αντικείμενα: τις συναρτήσεις συμμετοχής (membership functions) και τους κανόνες.

Οι συναρτήσεις συμμετοχής αποτελούν παραλλαγή της δείκτριας συνάρτησης για ένα σύνολο, η οποία επιστρέφει 1 αν ένα αντικείμενο ανήκει σε ένα σύνολο και 0 αν δεν ανήκει στο σύνολο. Μία συνάρτηση συμμετοχής είναι μια συνάρτηση από ένα σύνολο  $X$  στο διάστημα  $[0,1]$ . Η εφαρμογή της συνάρτησης συμμετοχής  $\mu$  σε ένα στοιχείο του συνόλου  $X$  επιστρέφει το βαθμό συμμετοχής του στοιχείου στο ασαφές σύνολο  $A = (X, \mu)$ .

Για παράδειγμα, μπορούμε να ορίσουμε τρία ασαφή σύνολα (νέος, μεσήλικας, ηλικιωμένος που προκύπτουν από το σύνολο των ανθρώπινων ηλικιών, χρησιμοποιώντας τρεις διαφορετικές συναρτήσεις συμμετοχής:



(Εικ. 6.1 – Συναρτήσεις συμμετοχής πάνω στο σύνολο των ηλικιών)

Το δεύτερο αντικείμενο των ασαφών συστημάτων είναι οι IF-THEN κανόνες, οι οποίοι δέχονται ως input κάποια ασαφή σύνολο και αποκρίνονται για ένα άλλο ασαφές σύνολο. Θα δείξουμε τώρα πώς θα μπορούσε να είναι κάποιοι κανόνες αξιολόγησης των επιπέδων κορτιζόλης σε ένα ασαφές σύστημα που αξιολογεί τα ζωτικά σημεία:

IF Κορτιζόλη IS Φυσιολογική AND Άγχος IS Χαμηλό AND Ώρα IS Απόγευμα THEN ΚατάστασηΚορτιζόλης IS ΊσωςΑνησυχητική

IF Κορτιζόλη IS Φυσιολογική AND Άγχος IS Υψηλό AND Ώρα IS Πρωί THEN ΚατάστασηΚορτιζόλης IS Φυσιολογική

Εδώ βλέπουμε ότι έχουμε ορίσει κάποιες συναρτήσεις συμμετοχής (Φυσιολογική, Χαμηλό-Υψηλό, Απόγευμα-Πρωί, ΊσωςΑνησυχητική-Φυσιολογική) για τα ασαφή σύνολα των τιμών Κορτιζόλης, του Άγχους, της Ώρας της ημέρας και της ΚατάστασηςΚορτιζόλης. Οι ασαφείς αυτοί κανόνες προσμετρούν παράγοντες που αυξάνουν την κορτιζόλη και ως εκ τούτου αξιολογούν παραπλήσια τις ίδιες τιμές κορτιζόλης.

Η επέκταση των κανόνων θα μπορούσε να προσμετρά και άλλους παράγοντες, όπως το ιστορικό του ασθενούς (π.χ. αν είναι διαβητικός ή έχει κάποια διαταραχή άγχους),

αν αθλείται, καθώς και ιατρικά δεδομένα που προκύπτει από το ιατρικό profiling του (όπως τις συνήθεις τιμές της καρδιακής διακύμανσης).

Ένα επιπλέον συμπέρασμα στο οποίο καταλήξαμε αφορά την απώλεια πληροφορίας όπως μετακινούμαστε από τη φυσιολογική διαδικασία στο ζωτικό σημείο. Για παράδειγμα, η καρδιακή συχνότητα δεν μεταφέρει πληροφορίες που ένας ιατρός συλλέγει πολύ εύκολα ψηλαφώντας την κερκιδική αρτηρία, όπως τον όγκο ή τον ρυθμό του σφυγμού. Η βάση δεδομένων μας, ακόμα και αν δεν ακολουθηθεί από ένα ευφύες σύστημα αξιολόγησης της πληροφορίας, θα γίνει πιο πλήρης αν προστεθεί η δυνατότητα αποθήκευσης και άλλων πληροφοριών για κάθε σήμα. Συγκεκριμένα, μια πρόταση για τη βελτίωση της βάσης δεδομένων θα ήταν η ανάπτυξη της δυνατότητας καταχώρισης και άλλων πληροφοριών από το κάθε βιοσήμα (π.χ. ρυθμός καρδιακών σφυγμών) καθώς και η ενσωμάτωση και άλλων βιοσημάτων.

Η κύρια δυσκολία που αντιμετωπίσαμε κατά την εκπόνηση αυτής της εργασίας αφορά την εφαρμογή web και την επιτυχή κατασκευή ενός σύγχρονου interface. Η βιβλιογραφία για τα ζωτικά σημεία είναι τεράστια . Ένα πολύ μικρό μόνο τμήμα της φαίνεται στο επόμενο κεφάλαιο.

# Βιβλιογραφία

## Κεφάλαιο 1 – Εισαγωγή

- [1]E. Kaniusas, *Biomedical signals and sensors I* : Springer, 2014.
- [2]E. Mordini and S.Massari, "Body, Biometrics and Identity", *Bioethics*, vol. 22, no. 9, pp. 488-498, 2008.
- [3]K. Urich, *Computing the electrical activity in the heart*. [Place of publication not identified]: Springer, 2010.
- [4]E. Niedermeyer, D. Schomer and F. Lopes da Silva, *Niedermeyer's electroencephalography*. Philadelphia, Pennsylvania: Lippincott William & Wilkins, 2011.
- [5]G. Kamen and D. Gabriel, *Essentials of electromyography*. Champaign, Il.: Human kinetics, 2010.
- [6]D. Cohen, "Magnetic Fields around the Torso: Production by Electrical Activity of the Human Heart", *Science*, vol. 156, no. 3775, pp. 652-654, 1967.
- [7]R. Pierce, "Spirometry: An essential clinical measurement", *Australian family physician*, vol 34, no. 7, pp. 535-539
- [8]J. Allen, "Photoplethysmography and its application in clinical physiological measurement", *Physiological Measurement*, vol. 28, no. 3, pp. R1-R39, 2007.
- [9]H. Tang, J. Zhang, J. Sun, T. Qiu and Y. Park, "Phonocardiogram signal compression using sound repetition and vector quantization", *Computers in Biology and Medicine*, vol. 71, pp. 24-34, 2016.
- [10]W. Ganong, *Review of medical physiology*. New York: McGraw-Hill Medical, 2005.
- [11]Hall, J. and Guyton, A. (2011). *Textbook of medical physiology*. Philadelphia, Pa.: Saunders.

## Κεφάλαιο 2 – Τα ζωτικά σημεία

- [12]N. Morone and D. Weiner, "Pain as the Fifth Vital Sign: Exposing the Vital Need for Pain Education", *Clinical Therapeutics*, vol. 35, no. 11, pp. 1728-1732, 2013.
- [13]"Menstruation in Girls and Adolescents: Using the Menstrual Cycle as a Vital Sign", *PEDIATRICS*, vol. 137, no. 3, pp. e20154480-e20154480, 2016.
- [14]J. Holcomb, J. Salinas, J. McManus, C. Miller, W. Cooke and V. Convertino, "Manual Vital Signs Reliably Predict Need for Life-Saving Interventions in Trauma Patients", *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*, vol. 59, no. 4, pp. 821-829, 2005.
- [15]L. Opie, *Heart physiology*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2004.
- [16]M. Balcerzyk, *Medical physics*. Hauppauge, N.Y.: Nova Science, 2013.

- [17]G. Pickering, "Circadian Variation in Blood Pressure", *The Lancet*, vol. 311, no. 8071, pp. 995-996, 1978.
- [18]N. Wiinberg, A. Høegholm, H. Christensen, L. Bang, K. Mikkelsen, P. Nielsen, T. Svendsen, J. Kampmann, N. Madsen and M. Bentzon, "24-h ambulatory blood pressure in 352 normal Danish subjects, related to age and gender\*", *American Journal of Hypertension*, vol. 8, no. 10, pp. 978-986, 1995.
- [19]İ. Eşer, L. Khorshid, Ü. Yapucu Güneş and Y. Demir, "The effect of different body positions on blood pressure", *Journal of Clinical Nursing*, vol. 16, no. 1, pp. 137-140, 2007.
- [20]L. Clark, L. Denby, D. Pregibon, G. Harshfield, T. Pickering, S. Blank and J. Laragh, "A quantitative analysis of the effects of activity and time of day on the diurnal variations of blood pressure", *Journal of Chronic Diseases*, vol. 40, no. 7, pp. 671-681, 1987.
- [21]S. Beards, L. Doedens, A. Jackson and J. Lipman, "A comparison of arterial lines and insertion techniques in critically ill patients", *Anaesthesia*, vol. 49, no. 11, pp. 968-973, 1994.
- [22]N. Gibbs, D. Larach and J. Derr, "The Accuracy of Finapres™ Noninvasive Mean Arterial Pressure Measurements in Anesthetized Patients", *Anesthesiology*, vol. 74, no. 4, pp. 647-652, 1991.
- [23]A. Guyton, "The relationship of cardiac output and arterial pressure control", *Circulation*, vol. 64, no. 6, pp. 1079-1088, 1981.
- [24]L. Stryer, R. Gumport and R. Koeppe, *Biochemistry*. New York: W. H. Freeman and company, 1995.
- [25]W. Boron and E. Boulpaep, *Medical physiology*. Philadelphia: Elsevier, 2017.
- [26]K. Wright, J. Hull and C. Czeisler, "Relationship between alertness, performance, and body temperature in humans", *American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, vol. 283, no. 6, pp. R1370-R1377, 2002.
- [27]Hall, J. and Guyton, A. (2011). *Textbook of medical physiology*. Philadelphia, Pa.: Saunders.
- [28]R. Refinetti and M. Menaker, "The circadian rhythm of body temperature", *Physiology & Behavior*, vol. 51, no. 3, pp. 613-637, 1992.
- [29]J. Kippley and S Kippley, *The Art of Natural Family Planning*. Cincinnati, Ohio: The Couple to Couple League, 1996
- [30]J. Pearce, "A brief history of the clinical thermometer", *QJM*, vol. 95, no. 4, pp. 251-252, 2002.
- [31]S. Kasap and S. Kasap, *Principles of electronic materials and devices*. Boston: McGraw-Hill, 2003.
- [32] J. Brosschot and J. Thayer, "Heart rate response is longer after negative emotions than after positive emotions", *International Journal of Psychophysiology*, vol. 50, no. 3, pp. 181-187, 2003.

- [33]S. Atwal, J. Porter and P. Macdonald, "Cardiovascular effects of strenuous exercise in adult recreational hockey: the Hockey Heart Study", *Canadian Medical Association Journal*, vol. 166, no.3, pp. 303-307
- [34]H. Tanaka, KD Monahan and DR Seals, "Tanaka H, Monahan KD, Seals DR "Age-predicted maximal heart rate revisited", *Journal of the American College of Cardiology*, vol. 37, no. 1, pp. 153-156
- [35]K. Umetani, D. Singer, R. McCraty and M. Atkinson, "Twenty-Four Hour Time Domain Heart Rate Variability and Heart Rate: Relations to Age and Gender Over Nine Decades", *Journal of the American College of Cardiology*, vol. 31, no. 3, pp. 593-601, 1998.
- [36]E. Goljan, *Pathology*. Philadelphia, PA: Mosby/Elsevier, 2011
- [37] G. Harrison, T. Jacques, G. Kilborn and M. McLaws, "The prevalence of recordings of the signs of critical conditions and emergency responses in hospital wards—the SOCCER study", *Resuscitation*, vol. 65, no. 2, pp. 149-157, 2005.
- [38]L. Mu, F. Deng, L. Tian, Y. Li, M. Swanson, J. Ying, R. Browne, K. Rittenhouse-Olson, J. Zhang, Z. Zhang and M. Bonner, "Peak expiratory flow, breath rate and blood pressure in adults with changes in particulate matter air pollution during the Beijing Olympics: A panel study", *Environmental Research*, vol. 133, pp. 4-11, 2014.
- [39]J. Fieselmann, M. Hendryx, C. Helms and D. Wakefield, "Respiratory rate predicts cardiopulmonary arrest for internal medicine inpatients", *Journal of General Internal Medicine*, vol. 8, no. 7, pp. 354-360, 1993.
- [40]C. Subbe, R. Davies, E. Williams, P. Rutherford and L. Gemmell, "Effect of introducing the Modified Early Warning score on clinical outcomes, cardio-pulmonary arrests and intensive care utilisation in acute medical admissions\*", *Anaesthesia*, vol. 58, no. 8, pp. 797-802, 2003.
- [41]T. Aoyagi, "Pulse oximetry: its invention, theory, and future", *Journal of Anesthesia*, vol. 17, no. 4, pp. 259-266, 2003.
- [42]JA Brunnelle, AM Degtiarov, RF Moran, LA Raca, Brunnelle JA, Degtiarov AM, Moran RF, Race LA, "CO-oximetric measurement of oxyhemoglobin, deoxyhemoglobin and syhemoglobins in blood: Effects of analytical wavelength and reference method selection ", *Laboratory Hematology*, vol. 1, no. 2, pp. 161-164, 1995
- [43]J. Baillie, "Simple, easily memorised "rules of thumb" for the rapid assessment of physiological compensation for respiratory acid-base disorders", *Thorax*, vol. 63, no. 3, pp. 289-290, 2008.
- [44]E. Marieb and K. Hoehn, *Human anatomy & physiology*.
- [45]Y. Chyun, B. Kream and L. Raisz, "Cortisol Decreases Bone Formation by Inhibiting Periosteal Cell Proliferation\*", *Endocrinology*, vol. 114, no. 2, pp. 477-480, 1984.
- [46]J. Payne, "Sleep, dreams, and memory consolidation: The role of the stress hormone cortisol", *Learning & Memory*, vol. 11, no. 6, pp. 671-678, 2004.
- [47]M. Quigley and S. Yen, "A Mid-Day Surge in Cortisol Levels", *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, vol. 49, no. 6, pp. 945-947, 1979.

- [48]C. de Weerth, R. Zijl and J. Buitelaar, "Development of cortisol circadian rhythm in infancy", *Early Human Development*, vol. 73, no. 1-2, pp. 39-52, 2003.
- [49]E. Van Cauter, R. Leproult and D. Kupfer, "Effects of gender and age on the levels and circadian rhythmicity of plasma cortisol.", *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, vol. 81, no. 7, pp. 2468-2473, 1996.
- [50]T. Makino and A. Kambegawa, "Radioimmunoassay of Plasma Cortisol", *Folia Endocrinologica Japonica*, vol. 49, no. 10, pp. 1297-1305, 1244, 1973.
- [51]P. Robson, A. Blannin, N. Walsh, L. Castell and M. Cleeson, "Effects of Exercise Intensity, Duration and Recovery on in vitro Neutrophil Function in Male Athletes", *International Journal of Sports Medicine*, vol. 20, no. 02, pp. 128-130, 1999.
- [52]B. Robinson, "Relation of Heart Rate and Systolic Blood Pressure to the Onset of Pain in Angina Pectoris", *Circulation*, vol. 35, no. 6, pp.1073-1083, 1967
- [53]M. Ikeda, "Using vital signs to diagnose impaired consciousness: cross sectional observational study", *BMJ*, vol. 325, no. 7368, pp. 800-800, 2002.
- [54]T. Kenzaka, M. Okayama, S. Kuroki, M. Fukui, S. Yahata, H. Hayashi, A. Kitao, D. Sugiyama, E. Kajii and M. Hashimoto, "Importance of Vital Signs to the Early Diagnosis and Severity of Sepsis: Association between Vital Signs and Sequential Organ Failure Assessment Score in Patients with Sepsis", *Internal Medicine*, vol. 51, no. 8, pp. 871-876, 2012.
- [55]T. Gao, D. Greenspan, M. Welsh and R. Juang, "Vital signs monitoring and patient tracking over a wireless network", *Proceedings of the 2005 IEEE, Engineering in Medicine and Biology 27<sup>th</sup> Annual Conference*, vol. 1, pp.102-105
- [56]Keener, J. (2014). *Mathematical physiology*. Springer.
- [57]Y. Khan, A. Ostfeld, C. Lochner, A. Pierre and A. Arias, "Monitoring of Vital Signs with Flexible and Wearable Medical Devices", *Advanced Materials*, vol. 28, no. 22, pp. 4373-4395, 2016.
- [58]S. Majumder, T. Mondal and M. Deen, "Wearable Sensors for Remote Health Monitoring", *Sensors*, vol. 17, no. 1, p. 130, 2017.

### Κεφάλαιο 3 – Δημιουργία της βάσης δεδομένων

- [59]A. Silberschatz, H. Korth and S. Sudarshan, *Database system concepts*. New York: McGraw Hill, 2011.
- [60]R. Elmasri, S. Navathe and R. Elmasri, *Database systems*. Boston, Mass.: Pearson, 2011.

### Κεφάλαιο 5 – Υλοποίηση της εφαρμογής web

- [61] R. Pressman, *Software engineering*. New York: Mcgraw-Hill, 2014.
- [62]"The Definitive Guide to Yii 2.0", *Yiiframework.com*, 2017. [Online]. Available: <http://www.yiiframework.com/doc-2.0/guide-index.html>.



## Παράρτημα – Ο κώδικας της εφαρμογής web

### Κατασκευή homepage

controllers\SiteController.php

```
<?php

namespace app\controllers;

use Yii;
use yii\filters\AccessControl;
use yii\web\Controller;
use yii\web\Response;
use yii\filters\VerbFilter;
use app\models\LoginForm;
use app\models\ContactForm;

class SiteController extends Controller
{
    public function behaviors()
    {
        return [
            'access' => [
                'class' => AccessControl::className(),
                'only' => ['logout'],
                'rules' => [
                    [
                        'actions' => ['logout'],
                        'allow' => true,
                        'roles' => ['@'],
                    ],
                ],
            ],
            'verbs' => [
                'class' => VerbFilter::className(),
                'actions' => [
                    'logout' => ['post'],
                ],
            ],
        ];
    }

    public function actions()
    {
        return [
            'error' => [
                'class' => 'yii\web\ErrorAction',
            ],
        ];
    }
}
```

```

    ],
    'captcha' => [
        'class' => 'yii\captcha\CaptchaAction',
        'fixedVerifyCode' => YII_ENV_TEST ? 'testme' : null,
    ],
];
}

public function actionIndex()
{
    return $this->render('index');
}

public function actionLogin()
{
    if (!Yii::$app->user->isGuest) {
        return $this->goHome();
    }

    $model = new LoginForm();
    if ($model->load(Yii::$app->request->post()) && $model->login()) {
        return $this->goBack();
    }
    return $this->render('login', [
        'model' => $model,
    ]);
}

public function actionLogout()
{
    Yii::$app->user->logout();

    return $this->goHome();
}

public function actionContact()
{
    $model = new ContactForm();
    if ($model->load(Yii::$app->request->post()) && $model->contact(Yii::$app->params['adminEmail'])) {
        Yii::$app->session->setFlash('contactFormSubmitted');

        return $this->refresh();
    }
    return $this->render('contact', [
        'model' => $model,
    ]);
}
}

```

```

public function actionAbout()
{
    return $this->render('about');
}
}

```

views/site/index.php

```

<?php
/* @var $this yii\web\View */
$this->title = 'My DataBase Application';
?>
<div class="site-index">

    <div class="jumbotron">
        <h1>Βάση Δεδομένων</h1>

        <p class="lead">για την αποθήκευση και επεξεργασία ζωτικών σημείων

    </div>

    <div class="body-content">

        <div class="row">

            <div class="col-lg-4">
                <p><a class="btn btn-lg btn-success" href="index.php?r=subjects/index"
>Στελέχη</a></p>

                <p> Στα πλαίσια ενός project του Εργαστηρίου
                στρατιωτικά στελέχη υποβλήθηκαν
                σε μια σειρά αθλητικών δραστηριοτήτων
                διαβαθμισμένης δυσκολίας. </p>

            </div>
            <div class="col-lg-4">
                <p><a class="btn btn-lg btn-success" href="index.php?r=tests/index" >
Δραστηριότητες</a></p>

                <p> Μεταξύ άλλων τρέξιμο, κάμψεις, μονόζυγο,
                κολύμβηση, πάλη, άλμα εις ύψος,
                αναρρίχηση, κατάδυση, σκοποβολή,

```

```

        ελεύθερη πτώση. </p>

</div>
<div class="col-lg-4">

    <p><a class="btn btn-lg btn-success" href="index.php?r=experiments/index"
> Μετρήσεις</a></p>

    <p> Κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων
    καταγράφηκαν οι τιμές έξι βασικών
    βιοσημάτων: της θερμοκρασίας, του
    σφυγμού, της αναπνευστικής συχνότητας,
    της αρτηριακής πίεσης, του κορεσμού
    του οξυγόνου και των επιπέδων της
    κορτιζόλης στο αίμα. Αυτά τα δεδομένα
    παρουσιάζονται εδώ. </p>

</div>
</div>
</div>
</div>

```

views\layouts\main.php

```

<?php

use yii\helpers\Html;
use yii\bootstrap\Nav;
use yii\bootstrap\NavBar;
use yii\widgets\Breadcrumbs;
use app\assets\AppAsset;

AppAsset::register($this);
?>
<?php $this->beginPage() ?>
<!DOCTYPE html>
<html lang="<?= Yii::$app->language ?>">
<head>
    <meta charset="<?= Yii::$app->charset ?>">
    <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">
    <?= Html::csrfMetaTags() ?>

```

```

<title><?= Html::encode($this->title) ?></title>
<?php $this->head() ?>
</head>
<body>
<?php $this->beginBody() ?>

<div class="wrap">
  <?php
  NavBar::begin([
    'brandLabel' => 'Εργαστήριο Βιοϊατρικής Τεχνολογίας',
    'brandUrl' => "http://www.biomed.ntua.gr/",
    'options' => [
      'class' => 'navbar-inverse navbar-fixed-top',
    ],
  ]);
  NavBar::end();
  ?>

  <div class="container">
    <?= Breadcrumbs::widget([
      'links' => isset($this->params['breadcrumbs']) ? $this->params['breadcrumbs']
: [],
    ]) ?>
    <?= $content ?>
  </div>
</div>

<?php $this->endBody() ?>
</body>
</html>
<?php $this->endPage() ?>

```

## Κατασκευή interface για τις ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

models\Tests.php

```

<?php

namespace app\models;

use Yii;

class Tests extends \yii\db\ActiveRecord
{
    public static function tableName()

```

```

{
    return 'Tests';
}

public function rules()
{
    return [
        [['TestDescription'], 'required'],
        [['TestDescription'], 'string'],
    ];
}

public function attributeLabels()
{
    return [
        'TestCode' => 'Κωδικός δραστηριότητας',
        'TestDescription' => 'Περιγραφή δραστηριότητας',
    ];
}
}

```

models\TestsSearch.php

```

<?php

namespace app\models;

use Yii;
use yii\base\Model;
use yii\data\ActiveDataProvider;
use app\models\Tests;

/**
 * TestsSearch represents the model behind the search form about
 * `app\models\Tests`.
 */
class TestsSearch extends Tests
{
    public function rules()
    {
        return [
            [['TestCode'], 'integer'],
            [['TestDescription'], 'safe'],
        ];
    }

    public function scenarios()
    {

```

```

    // bypass scenarios() implementation in the parent class
    return Model::scenarios();
}

public function search($params)
{
    $query = Tests::find();

    $dataProvider = new ActiveDataProvider([
        'query' => $query,
    ]);

    $this->load($params);

    if (!$this->validate()) {
        return $dataProvider;
    }

    $query->andFilterWhere([
        'TestCode' => $this->TestCode,
    ]);

    $query->andFilterWhere(['like', 'TestDescription', $this->TestDescription]);

    return $dataProvider;
}
}

```

controllers\TestsController.php

```

<?php

namespace app\controllers;

use Yii;
use app\models\Tests;
use app\models\TestsSearch;
use yii\web\Controller;
use yii\web\NotFoundHttpException;
use yii\filters\VerbFilter;

class TestsController extends Controller
{
    /**
     * @inheritdoc

```

```

*/
public function behaviors()
{
    return [
        'verbs' => [
            'class' => VerbFilter::className(),
            'actions' => [
                'delete' => ['POST'],
            ],
        ],
    ];
}

public function actionIndex()
{
    $searchModel = new TestsSearch();
    $dataProvider = $searchModel->search(Yii::$app->request->queryParams);

    return $this->render('index', [
        'searchModel' => $searchModel,
        'dataProvider' => $dataProvider,
    ]);
}

public function actionView($id)
{
    return $this->render('view', [
        'model' => $this->findModel($id),
    ]);
}

public function actionCreate()
{
    $model = new Tests();

    if ($model->load(Yii::$app->request->post()) && $model->save()) {
        return $this->redirect(['view', 'id' => $model->TestCode]);
    } else {
        return $this->render('create', [
            'model' => $model,
        ]);
    }
}

public function actionUpdate($id)
{
    $model = $this->findModel($id);

    if ($model->load(Yii::$app->request->post()) && $model->save()) {

```



```

        return $this->redirect(['view', 'id' => $model->TestCode]);
    } else {
        return $this->render('update', [
            'model' => $model,
        ]);
    }
}

public function actionDelete($id)
{
    $this->findModel($id)->delete();

    return $this->redirect(['index']);
}

protected function findModel($id)
{
    if (($model = Tests::findOne($id)) !== null) {
        return $model;
    } else {
        throw new NotFoundHttpException('The requested page does not exist.');
```

views\tests\\_form.php

```

<?php

use yii\helpers\Html;
use yii\widgets\ActiveForm;
?>

<div class="tests-form">

    <?php $form = ActiveForm::begin(); ?>

    <?= $form->field($model, 'TestCode')->textInput() -> label('Κωδικός
δραστηριότητας') ?>
    <?= $form->field($model, 'TestDescription')->textarea(['rows' => 6])-
>label('Περιγραφή δραστηριότητας') ?>

    <div class="form-group">
        <?= Html::submitButton($model->isNewRecord ? 'Προσθήκη δραστηριότητας' :
'Ενημέρωση δραστηριότητας', ['class' => $model->isNewRecord ? 'btn btn-success' :
'btn btn-primary']) ?>
    </div>

```

```
<?php ActiveForm::end(); ?>
</div>
```

views\tests\\_search.php

```
<?php
use yii\helpers\Html;
use yii\widgets\ActiveForm;
?>

<div class="tests-search">

    <?php $form = ActiveForm::begin([
        'action' => ['index'],
        'method' => 'get',
    ]); ?>

    <?= $form->field($model, 'TestCode') ?>

    <?= $form->field($model, 'TestDescription') ?>

    <div class="form-group">
        <?= Html::submitButton('Search', ['class' => 'btn btn-primary']) ?>
        <?= Html::resetButton('Reset', ['class' => 'btn btn-default']) ?>
    </div>

    <?php ActiveForm::end(); ?>

</div>
```

views\tests\create.php

```
<?php
use yii\helpers\Html;

$this->title = 'Προσθήκη δραστηριότητας';
$this->params['breadcrumbs'][] = ['label' => 'Ευρετήριο Δραστηριοτήτων', 'url' =>
['index']];
```

```

$this->params['breadcrumbs'][] = $this->title;
?>
<div class="tests-create">

    <h1><?= Html::encode($this->title) ?></h1>

    <?= $this->render('_form', [
        'model' => $model,
    ]) ?>

</div>

```

views\tests\index.php

```

<?php

use yii\helpers\Html;
use yii\grid\GridView;

$this->title = 'Ευρετήριο δραστηριοτήτων';
$this->params['breadcrumbs'][] = $this->title;
?>

<div class="tests-index">

    <h1><?= Html::encode($this->title) ?></h1>
    <?php // echo $this->render('_search', ['model' => $searchModel]); ?>

    <p>
        <?= Html::a('Προσθήκη δραστηριότητας', ['create'], ['class' => 'btn btn-success'])
    ?>
</p>
    <?= GridView::widget([
        'dataProvider' => $dataProvider,
        'filterModel' => $searchModel,
        'columns' => [
            ['class' => 'yii\grid\SerialColumn'],

            'TestCode',
            'TestDescription:text',

            ['class' => 'yii\grid\ActionColumn'],
        ],
    ]); ?>
</div>

```

views\tests\update.php

```
<?php

use yii\helpers\Html;

$this->title = 'Ενημέρωση δραστηριοτήτων ' . $model->TestCode;
$this->params['breadcrumbs'][] = ['label' => 'Δραστηριότητες', 'url' => ['index']];
$this->params['breadcrumbs'][] = ['TestCode' => $model->TestCode, 'url' => ['view',
'id' => $model->TestCode]];
$this->params['breadcrumbs'][] = 'Ενημέρωση δραστηριοτήτων';
?>
<div class="tests-update">

    <h1><?= Html::encode($this->title) ?></h1>

    <?= $this->render('_form', [
        'model' => $model,
    ]) ?>

</div>
```

views\tests\view.php

```
<?php

use yii\helpers\Html;
use yii\widgets\DetailView;

/* @var $this yii\web\View */
/* @var $model app\models\Tests */

$this->title = $model->TestCode;
$this->params['breadcrumbs'][] = ['label' => 'Ευρετήριο δραστηριοτήτων', 'url' =>
['index']];
$this->params['breadcrumbs'][] = $this->title;
?>
<div class="tests-view">

    <h1><?= Html::encode($this->title) ?></h1>

    <p>
        <?= Html::a('Ενημέρωση', ['update', 'id' => $model->TestCode], ['class' => 'btn
btn-primary']) ?>
        <?= Html::a('Διαγραφή', ['delete', 'id' => $model->TestCode], [
            'class' => 'btn btn-danger',
            'data' => [
                'confirm' => 'Are you sure that you want to delete this item?',
                'method' => 'post',
            ],
        ]) ?>
    </p>

</div>
```

```

    ],
  ]) ?>
</p>

<?= DetailView::widget([
  'model' => $model,
  'attributes' => [
    'TestCode',
    'TestDescription:ntext',
  ],
]) ?>
</div>

```

## Κατασκευή interface για τις ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

controllers\ExperimentsController.php

```

<?php

namespace app\controllers;

use Yii;
use app\models\Experiments;
use app\models\ExperimentsSearch;
use yii\web\Controller;
use yii\web\NotFoundHttpException;
use yii\filters\VerbFilter;

class ExperimentsController extends Controller
{
    public function behaviors()
    {
        return [
            'verbs' => [
                'class' => VerbFilter::className(),
                'actions' => [
                    'delete' => ['POST'],
                ],
            ],
        ];
    }

    public function actionIndex()
    {

```

```

$searchModel = new ExperimentsSearch();
$dataProvider = $searchModel->search(Yii::$app->request->queryParams);

return $this->render('index', [
    'searchModel' => $searchModel,
    'dataProvider' => $dataProvider,
]);
}

public function actionView($SubjectID, $TestCode, $Date)
{
    return $this->render('view', [
        'model' => $this->findModel($SubjectID, $TestCode, $Date),
    ]);
}

public function actionCreate()
{
    $model = new Experiments();

    if ($model->load(Yii::$app->request->post()) && $model->save()) {
        return $this->redirect(['view', 'SubjectID' => $model->SubjectID, 'TestCode'
=> $model->TestCode, 'Date' => $model->Date]);
    } else {
        return $this->render('create', [
            'model' => $model,
        ]);
    }
}

public function actionUpdate($SubjectID, $TestCode, $Date)
{
    $model = $this->findModel($SubjectID, $TestCode, $Date);

    if ($model->load(Yii::$app->request->post()) && $model->save()) {
        return $this->redirect(['view', 'SubjectID' => $model->SubjectID, 'TestCode'
=> $model->TestCode, 'Date' => $model->Date]);
    } else {
        return $this->render('update', [
            'model' => $model,
        ]);
    }
}

public function actionDelete($SubjectID, $TestCode, $Date)
{
    $this->findModel($SubjectID, $TestCode, $Date)->delete();
}

```

```

        return $this->redirect(['index']);
    }

    protected function findModel($SubjectID, $TestCode, $Date)
    {
        if (($model = Experiments::findOne(['SubjectID' => $SubjectID, 'TestCode' =>
$TestCode, 'Date' => $Date])) !== null) {
            return $model;
        } else {
            throw new NotFoundHttpException('The requested page does not exist.');
```

models\Experiments.php

```

<?php

namespace app\models;

use Yii;

class Experiments extends \yii\db\ActiveRecord
{
    public static function tableName()
    {
        return 'Experiments';
    }

    public function rules()
    {
        return [
            [['SubjectID', 'TestCode', 'Date', 'SystolicBloodPressure',
'DiastolicBloodPressure', 'BodyTemperature', 'HeartRate', 'RespiratoryRate',
'OxygenSaturation', 'CortisolLevels'], 'required'],
            [['SubjectID', 'TestCode', 'SystolicBloodPressure', 'DiastolicBloodPressure',
'HeartRate', 'RespiratoryRate', 'OxygenSaturation'], 'integer'],
            [['Date'], 'safe'],
            [['BodyTemperature', 'CortisolLevels'], 'number'],
        ];
    }

    public function attributeLabels()
    {
        return [
```

```

'SubjectID' => 'Αριθμός Μητρώου',
'TestCode' => 'Κωδικός δραστηριότητας',
'Date' => 'Ημερομηνία Μέτρησης',
'SystolicBloodPressure' => 'Συστολική Πίεση',
'DiastolicBloodPressure' => 'Διαστολική Πίεση',
'BodyTemperature' => 'Θερμοκρασία',
'HeartRate' => 'Καρδιακός σφυγμός',
'RespiratoryRate' => 'Αναπνευστική συχνότητα',
'OxygenSaturation' => 'Κορεσμός οξυγόνου',
'CortisolLevels' => 'Επίπεδα κορτιζόλης',
];
}
}

```

models\ExperimentsSearch.php

```

<?php
namespace app\models;

use Yii;
use yii\base\Model;
use yii\data\ActiveDataProvider;
use app\models\Experiments;

class ExperimentsSearch extends Experiments
{
    public function rules()
    {
        return [
            [['SubjectID', 'TestCode', 'SystolicBloodPressure', 'DiastolicBloodPressure',
'HeartRate', 'RespiratoryRate', 'OxygenSaturation'], 'integer'],
            [['Date'], 'safe'],
            [['BodyTemperature', 'CortisolLevels'], 'number'],
        ];
    }

    public function scenarios()
    {
        // bypass scenarios() implementation in the parent class
        return Model::scenarios();
    }

    public function search($params)
    {
        $query = Experiments::find();
    }
}

```



```
// add conditions that should always apply here

$dataProvider = new CActiveDataProvider([
    'query' => $query,
]);

$this->load($params);

if (!$this->validate()) {
    return $dataProvider;
}

$query->andFilterWhere([
    'SubjectID' => $this->SubjectID,
    'TestCode' => $this->TestCode,
    'Date' => $this->Date,
    'SystolicBloodPressure' => $this->SystolicBloodPressure,
    'DiastolicBloodPressure' => $this->DiastolicBloodPressure,
    'BodyTemperature' => $this->BodyTemperature,
    'HeartRate' => $this->HeartRate,
    'RespiratoryRate' => $this->RespiratoryRate,
    'OxygenSaturation' => $this->OxygenSaturation,
    'CortisolLevels' => $this->CortisolLevels,
]);

return $dataProvider;
}
}
```

views\experiments\\_form.php

```
<?php
use yii\helpers\Html;
use yii\widgets\ActiveForm;

?>

<div class="experiments-form">

    <?php $form = ActiveForm::begin(); ?>

    <?= $form->field($model, 'SubjectID')->textInput() ?>
```

```

<?= $form->field($model, 'TestCode')->textInput() ?>

<?= $form->field($model, 'Date')->textInput() ?>

<?= $form->field($model, 'SystolicBloodPressure')->textInput() ?>

<?= $form->field($model, 'DiastolicBloodPressure')->textInput() ?>

<?= $form->field($model, 'BodyTemperature')->textInput(['maxlength' => true])
?>

<?= $form->field($model, 'HeartRate')->textInput() ?>

<?= $form->field($model, 'RespiratoryRate')->textInput() ?>

<?= $form->field($model, 'OxygenSaturation')->textInput() ?>

<?= $form->field($model, 'CortisolLevels')->textInput(['maxlength' => true]) ?>

<div class="form-group">
    <?= Html::submitButton($model->isNewRecord ? 'Create' : 'Update', ['class'
=> $model->isNewRecord ? 'btn btn-success' : 'btn btn-primary']) ?>
</div>

<?php ActiveForm::end(); ?>

</div>

```

views\experiments\\_search.php

```

<?php

use yii\helpers\Html;
use yii\widgets\ActiveForm;

/* @var $this yii\web\View */
/* @var $model app\models\ExperimentsSearch */
/* @var $form yii\widgets\ActiveForm */
?>

<div class="experiments-search">

    <?php $form = ActiveForm::begin([
        'action' => ['index'],
        'method' => 'get',
    ]); ?>

```

```
<?= $form->field($model, 'SubjectID') ?>

<?= $form->field($model, 'TestCode') ?>

<?= $form->field($model, 'Date') ?>

<div class="form-group">
    <?= Html::submitButton('Search', ['class' => 'btn btn-primary']) ?>
    <?= Html::resetButton('Reset', ['class' => 'btn btn-default']) ?>
</div>

<?php ActiveForm::end(); ?>

</div>
```

views\experiments\create.php

```
<?php

use yii\helpers\Html;

$this->title = 'Create Experiments';
$this->params['breadcrumbs'][] = ['label' => 'Experiments', 'url' => ['index']];
$this->params['breadcrumbs'][] = $this->title;
?>
<div class="experiments-create">

    <h1><?= Html::encode($this->title) ?></h1>

    <?= $this->render('_form', [
        'model' => $model,
    ]) ?>

</div>
```

views\experiments\index.php

```
<?php

use yii\helpers\Html;
use yii\grid\GridView;

$this->title = 'Ευρετήριο μετρήσεων';
$this->params['breadcrumbs'][] = $this->title;
```

```

?>
<div class="experiments-index">

    <h1><?= Html::encode($this->title) ?></h1>
    <?php // echo $this->render('_search', ['model' => $searchModel]); ?>

    <p>
        <?= Html::a('Προσθήκη μέτρησης', ['create'], ['class' => 'btn btn-success'])
    ?>
    </p>
    <?= GridView::widget([
        'dataProvider' => $dataProvider,
        'filterModel' => $searchModel,
        'columns' => [
            ['class' => 'yii\grid\SerialColumn'],

            'SubjectID',
            'TestCode',
            'Date',
            'SystolicBloodPressure',
            'DiastolicBloodPressure',
            'BodyTemperature',
            'HeartRate',
            'RespiratoryRate',
            'OxygenSaturation',
            'CortisolLevels',

            ['class' => 'yii\grid\ActionColumn'],
        ],
    ]); ?>
</div>

```

views\experiments\update.php

```

<?php

use yii\helpers\Html;

$this->title = 'Update Experiments: ' . $model->SubjectID;
$this->params['breadcrumbs'][] = ['label' => 'Experiments', 'url' => ['index']];
$this->params['breadcrumbs'][] = ['label' => $model->SubjectID, 'url' => ['view',
'SubjectID' => $model->SubjectID, 'TestCode' => $model->TestCode, 'Date' =>
$model->Date]];
$this->params['breadcrumbs'][] = 'Update';
?>
<div class="experiments-update">

```

```

<h1><?= Html::encode($this->title) ?></h1>

<?= $this->render('_form', [
    'model' => $model,
]) ?>

</div>

```

views\experiments/view.php

```

<?php

use yii\helpers\Html;
use yii\widgets\DetailView;

$this->title = $model->SubjectID;
$this->params['breadcrumbs'][] = ['label' => 'Μετρήσεις', 'url' => ['index']];
$this->params['breadcrumbs'][] = $this->title;
?>
<div class="experiments-view">

    <h1><?= Html::encode($this->title) ?></h1>

    <p>
        <?= Html::a('Ενημέρωση', ['update', 'SubjectID' => $model->SubjectID,
        'TestCode' => $model->TestCode, 'Date' => $model->Date], ['class' => 'btn btn-
        primary']) ?>
        <?= Html::a('Διαγραφή', ['delete', 'SubjectID' => $model->SubjectID,
        'TestCode' => $model->TestCode, 'Date' => $model->Date], [
            'class' => 'btn btn-danger',
            'data' => [
                'confirm' => 'Are you sure you want to delete this item?',
                'method' => 'post',
            ],
        ]) ?>
    </p>

    <?= DetailView::widget([
        'model' => $model,
        'attributes' => [
            'SubjectID',

```

```
'TestCode',  
'Date',  
'SystolicBloodPressure',  
'DiastolicBloodPressure',  
'BodyTemperature',  
'HeartRate',  
'RespiratoryRate',  
'OxygenSaturation',  
'CortisolLevels',  
  ],  
  ])?>  
</div>
```