

**Σχεδίαση και Υλοποίηση
Συστήματος IoT
Παρακολούθησης Βιολογικών
Παραμέτρων για την Εγκαιρή
Διάγνωση Μυοκαρδίτιδας σε
Σύνδρομο Long COVID**

Λεωνίδας Ιωάννου

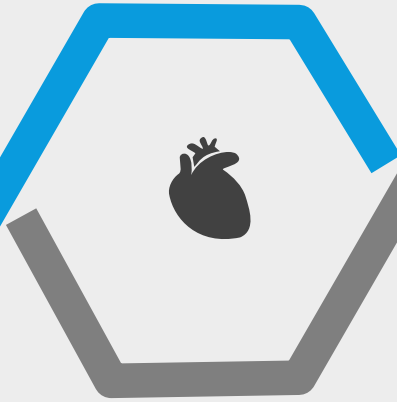


ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

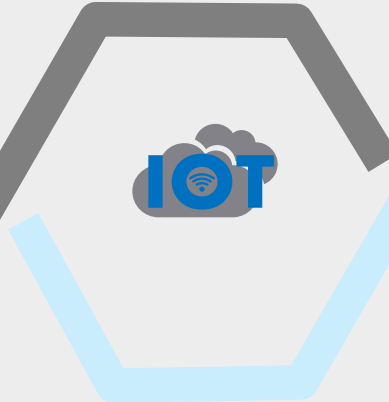
Φυσιολογία της καρδιάς /
Ηλεκτροκαρδιογράφημα



Περικαρδίτιδα /
Μυοκαρδίτιδα / Long
COVID Σύνδρομο



IoT Σύστημα



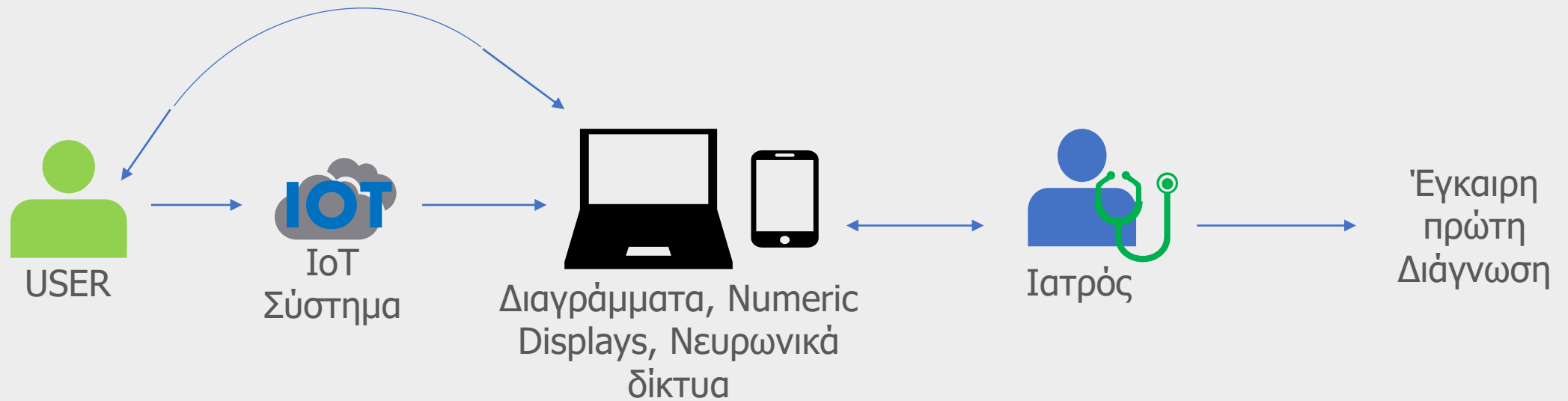
Νευρωνικά δίκτυα

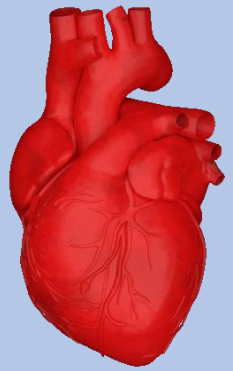


Τελικό αποτέλεσμα

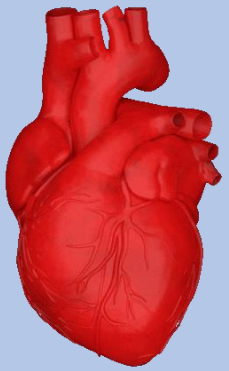


ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ





ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΚΑΡΔΙΑΣ

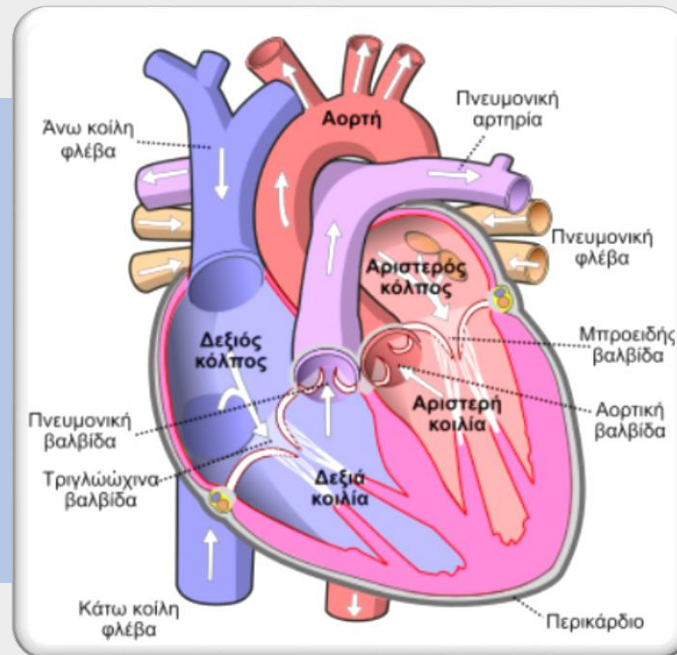


Το
αποξυγονωμένο
αίμα απο τις
φλέβες εισέρχεται
στον δεξιό κόλπο
και ρέει προς την
δεξιά κοιλία.

Η δεξιά κοιλία
συσπάται και
εξωθεί το αίμα
διαμέσου της
πνευμονικής
αρτηρίας προς
τους πνεύμονες.

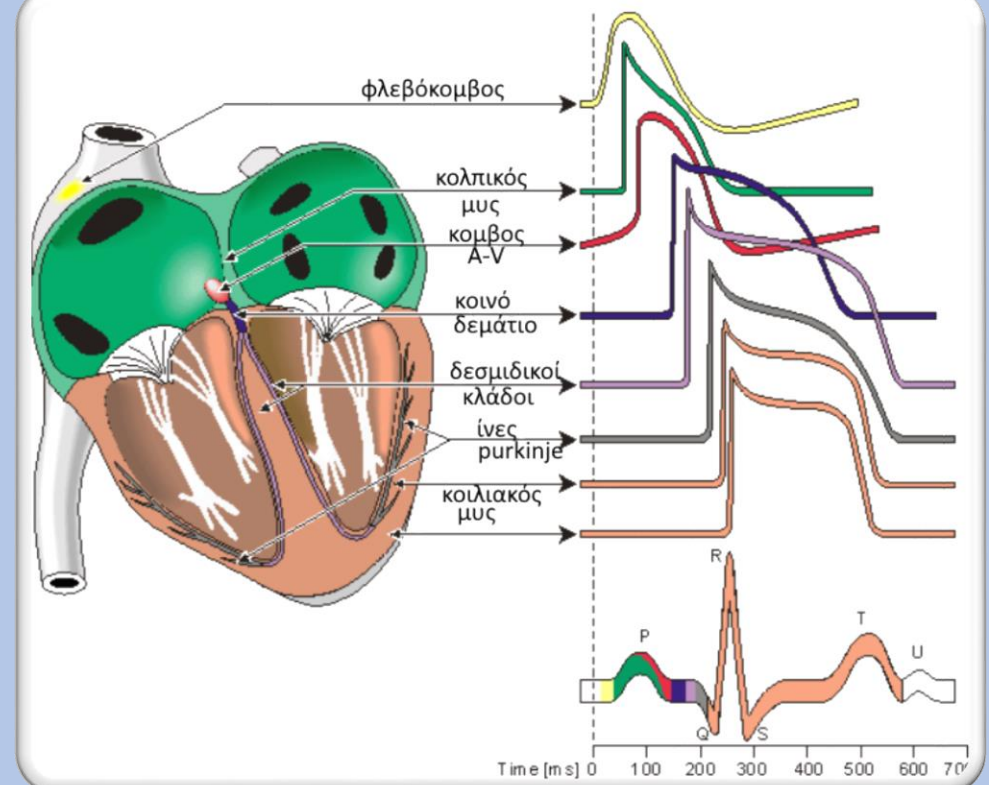
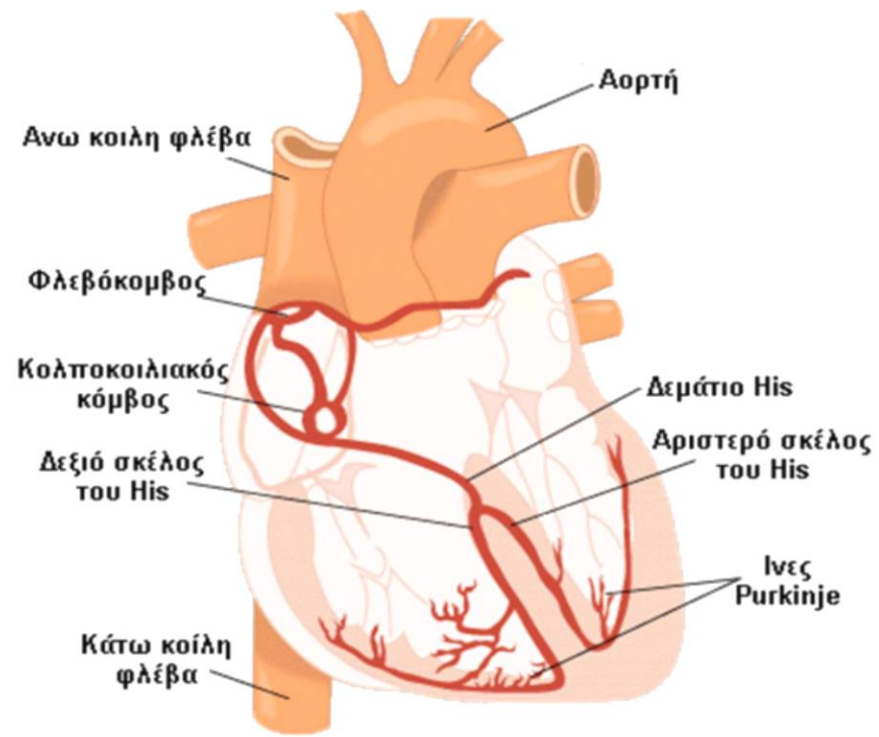
Τον ίδιο χρόνο,
οξυγονωμένο
αίμα επιστρέφει
απο τους
πνεύμονες μέσω
των πνευμονικών
φλεβών προς τον
αριστερό κόλπο.

Διέρχεται προς
την αριστερή
κοιλία, για να
εξωθηθεί προς το
σώμα δια μέσου
της αορτής.



Φύττα
και κοιλύ

Λεβητοβόιο



Φυσιολογικά:

Παραγωγή
ηλεκτρικού
δυναμικού
στον
φλεβόκομβο

Διαχέεται στους
κόλπους - Συστολή
κόλπων

Περνά στον
κολποκοιλιακό
κόμβο

Μέσω του δεξιού
και του αριστερού
σκέλους του His,
συστέλλονται οι
κοιλίες



ΤΟ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟ ΗΛΕΚΤΡΟΚΑΡΔΙΟΓΡΑΦΗΜΑ



Το έπαρμα της
κολπικής συστολής
ονομάζεται P

Το έπαρμα της
κοιλιακής συστολής
ονομάζεται
σύμπλεγμα QRS

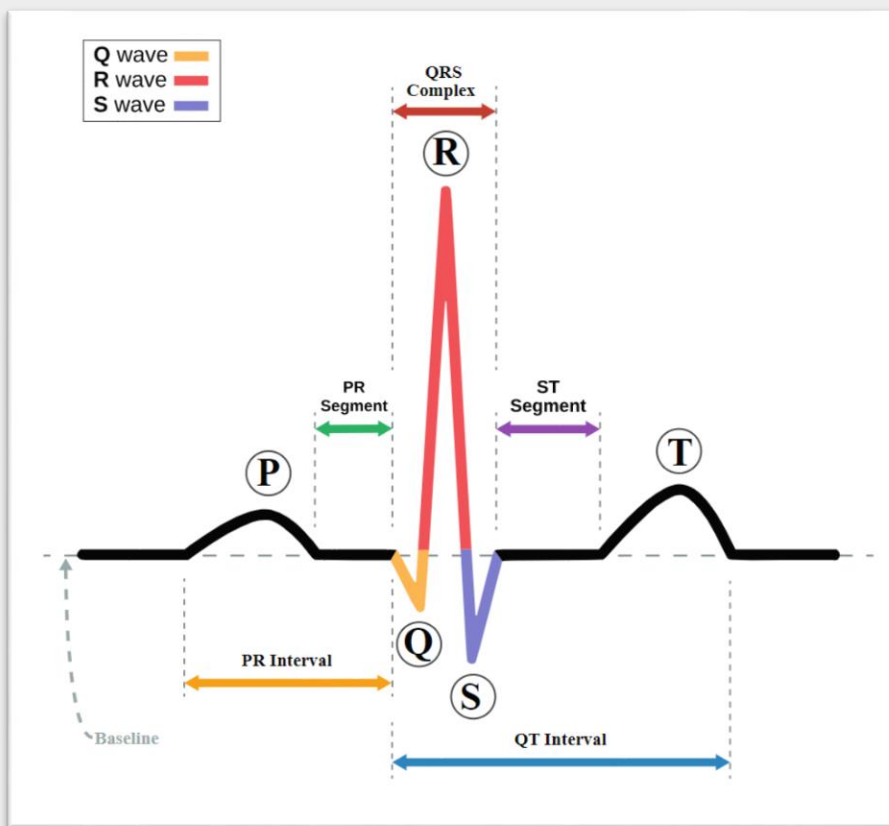
Το έπαρμα της
επαναπόλωσης
ονομάζεται T

Μεταξύ των
επαρμάτων υπάρχουν
3 διαστήματα

P-R / Αντανακλά την
αγωγή μέσω του
κολποκοιλιακού κόμβου

S-T / Αντιπροσωπεύει
το διάστημα μεταξύ
κοιλιακής αποπόλωσης
και επαναπόλωσης

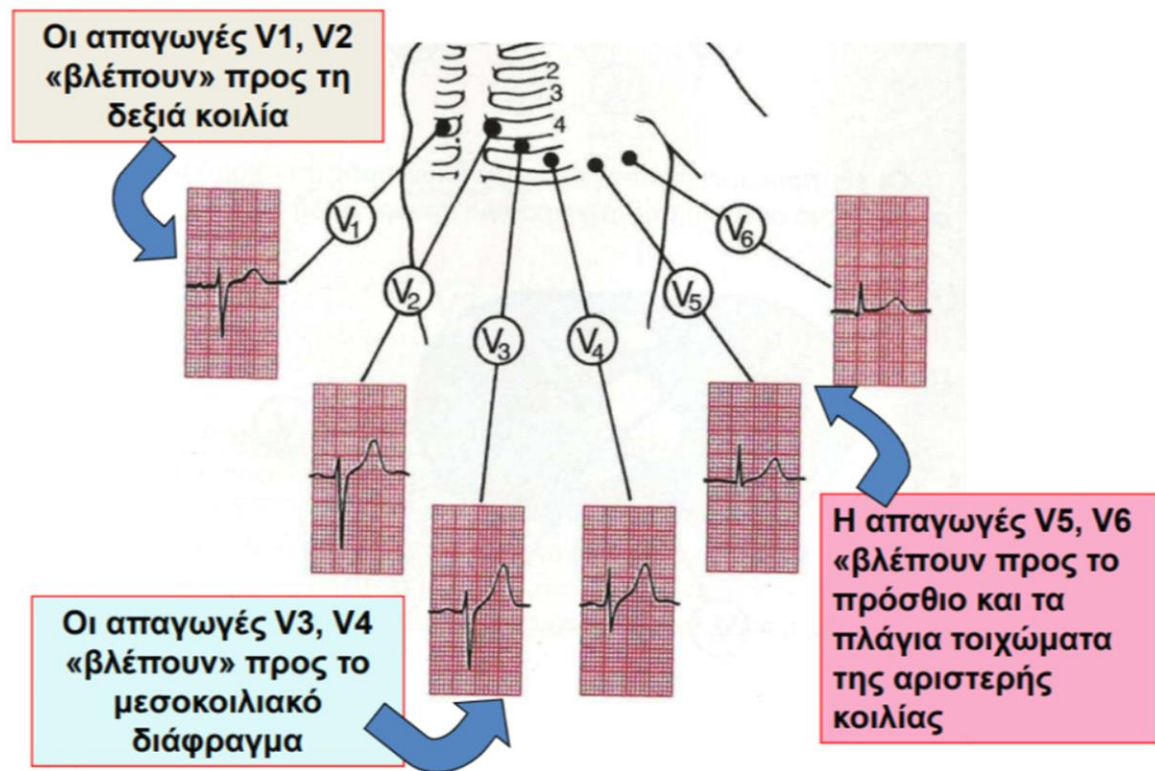
Ισοηλεκτρική γραμμή /
πλήρως εκπολωμένη ή
πλήρως επαναπολωμένη.



Το ΗΓΚ αντανακλά τα ηλεκτρικά γεγονότα που
σχετίζονται με την καρδιακή διέγερση και παρέχει
πληροφορίες σχετικά με...

- 10 Τον ανατομικό προσανατολισμό της καρδιάς
- 10 Τα σχετικά μεγέθη των καρδιακών κοιλοτήτων
- 10 Την καρδιακή συχνότητα/ρυθμό
- 10 Την παραγωγή και την αγωγή της διέγερσης
- 10 Τις διαταραχές στα παραπάνω γεγονότα

Προκαρδίες/Θωρακικές απαγωγές

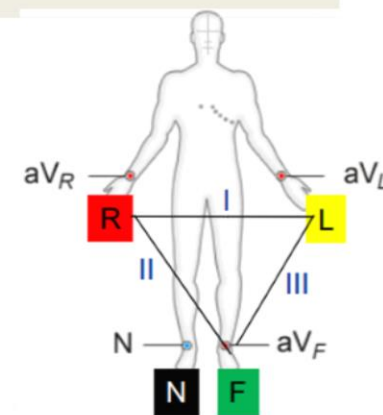
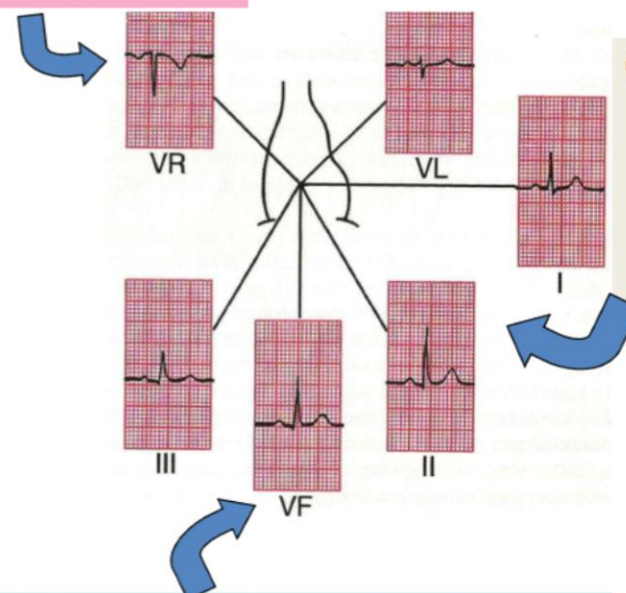


Απαγωγές των άκρων: ❖ Διπολικές (I, II, III) ❖ Μονοπολικές (aVR, aVL, aVF)

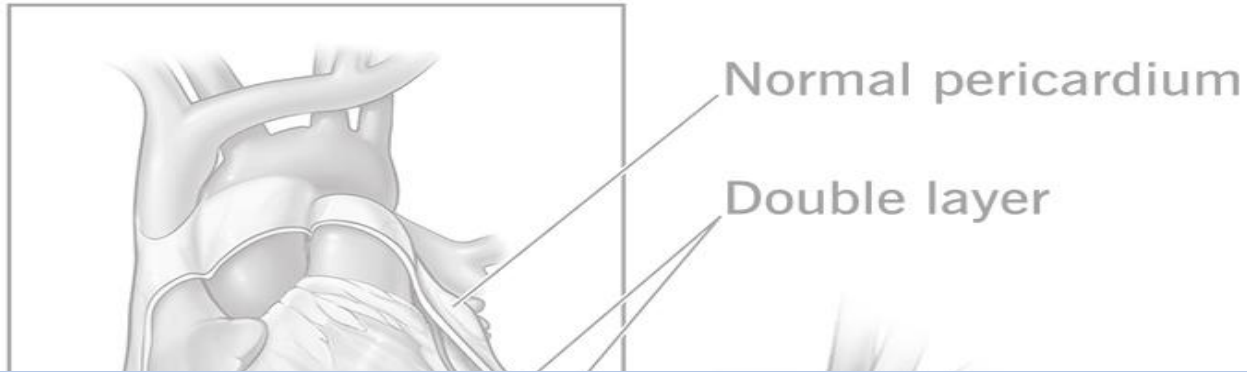
Η απαγωγή aVR
«βλέπει» τον
δεξιό κόλπο

Οι απαγωγές I, II, aVL
«βλέπουν» την
αριστερή πλάγια
επιφάνεια

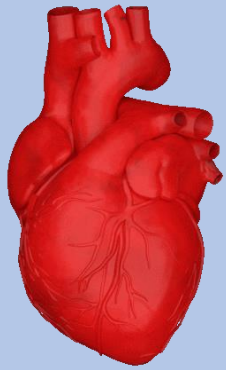
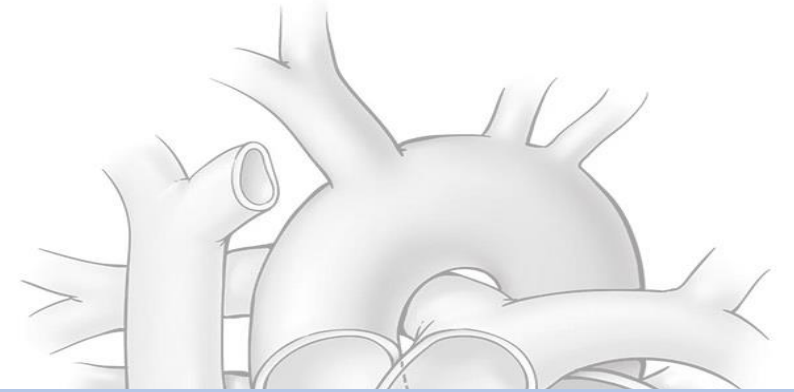
Οι απαγωγές III, aVF
«βλέπουν» την κατώτερη επιφάνεια



Pericarditis



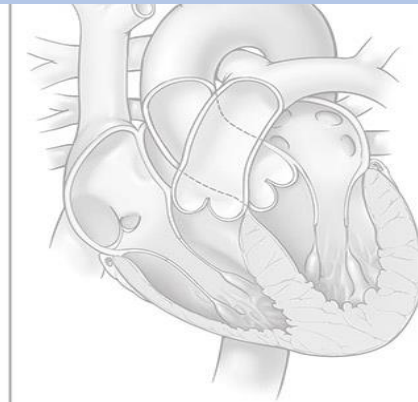
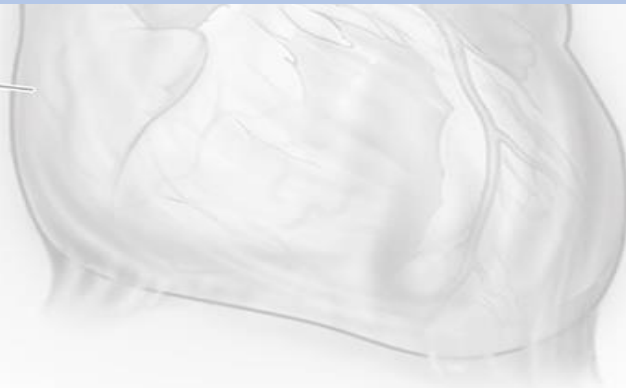
Myocarditis



ΠΕΡΙΚΑΡΔΙΤΙΔΑ / ΜΥΟΚΑΡΔΙΤΙΔΑ

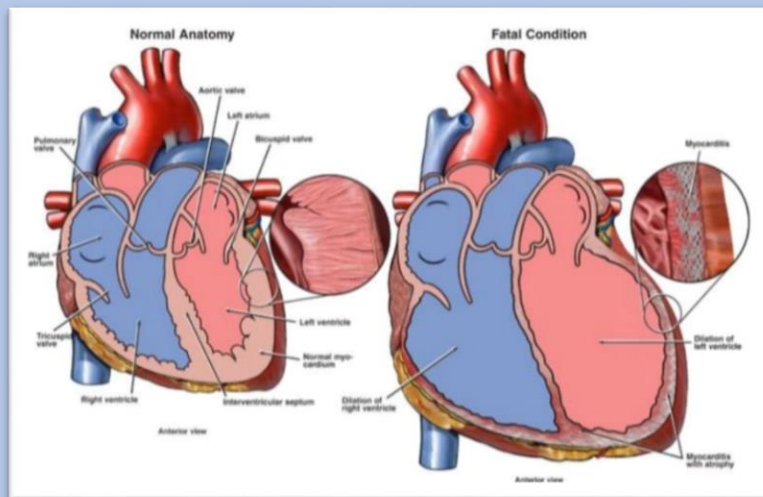


Inflamed
pericardium



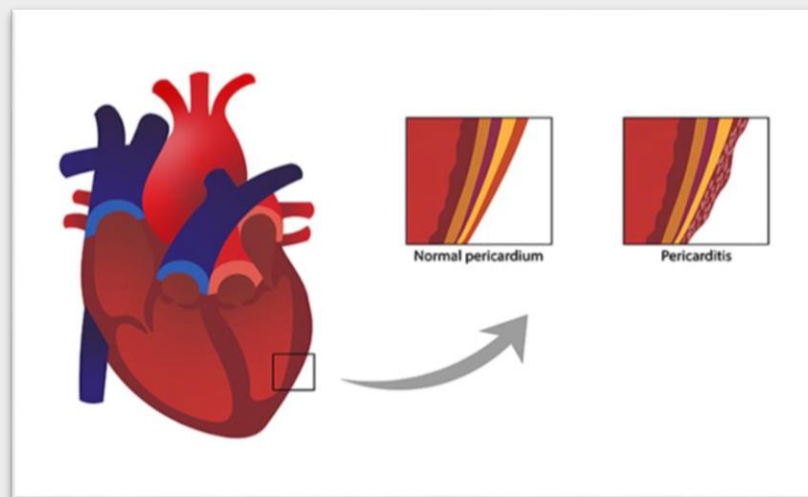
Myocardium

Myocarditis



Το μυοκάρδιο είναι το μυϊκό στρώμα της καρδιάς και αποτελείται από καρδιακά μυϊκά κύτταρα.

Η μυοκαρδίτιδα είναι φλεγμονή του μυοκαρδίου



Το περικάρδιο είναι ένας λεπτός και ινώδης σάκος που περιβάλλει την καρδιά.

Η περικαρδίτιδα είναι φλεγμονή του περικαρδίου

(Αρχική ιδέα ήταν να κάνουμε πρόβλεψη και της περικαρδίτιδας. Παρ' όλα αυτά, λόγω έλλειψης δεδομένων για εκπαίδευση του νευρωνικού δικτύου, η περικαρδίτιδα έμεινε προς το παρόν εκτός)

ΑΠΟ ΤΙ ΠΡΟΚΑΛΟΥΝΤΑΙ;

Μπορούν να προκληθούν από διάφορους παράγοντες, όπως ιογενείς λοιμώξεις, αυτοάνοσες ασθένειες και φαρμακευτικές αντιδράσεις, καρκίνο, ακτινοθεραπείες κ.λπ.

ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΚΑΙ ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ ΤΗΣ ΜΗ ΕΓΚΑΙΡΗΣ ΔΙΑΓΝΩΣΗΣ ΤΟΥΣ

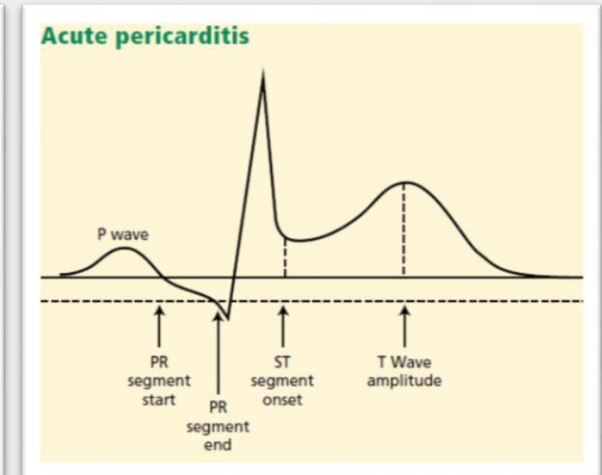
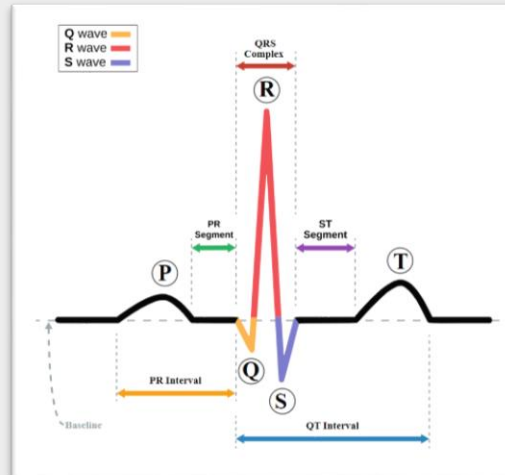
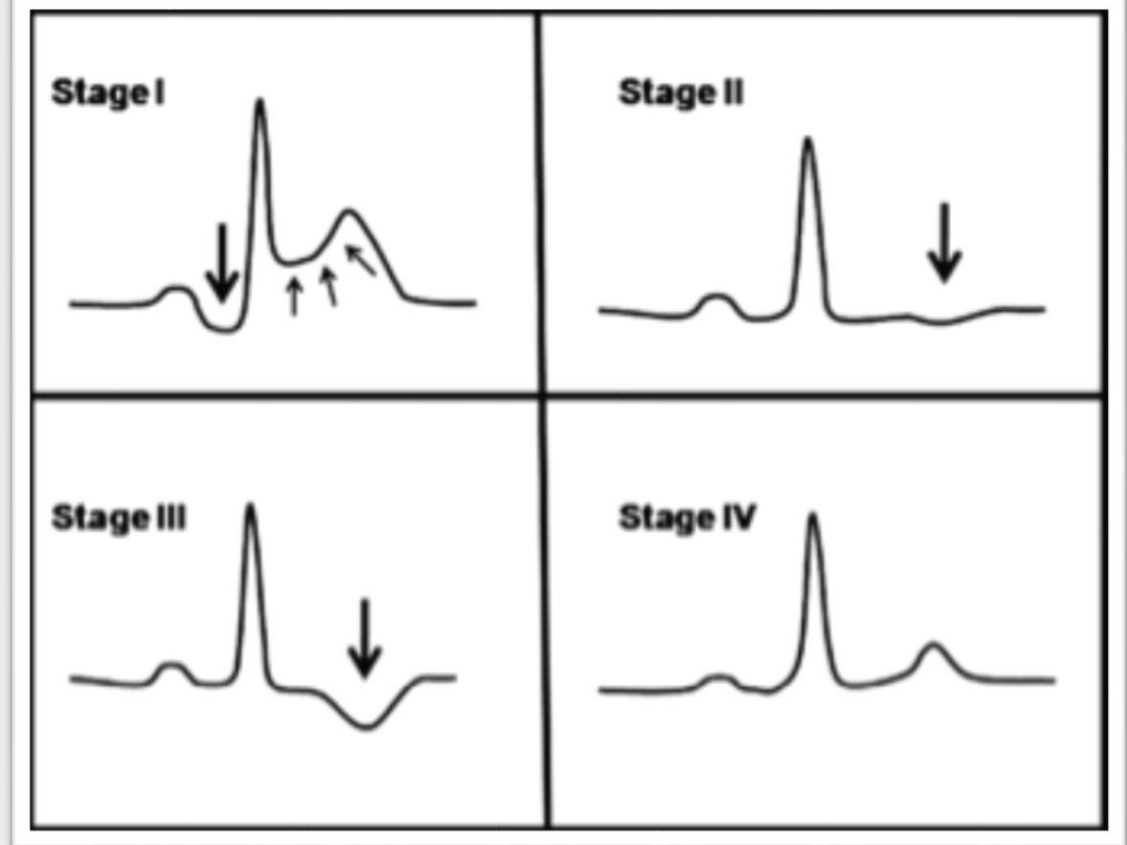
Περικαρδίτιδα: Χρόνια περικαρδίτιδα, Περικαρδιακή συλλογή, Συσταλική περικαρδίτιδα.

Μυοκαρδίτιδα: Διατακτική μυοκαρδιοπάθεια, Αρρυθμίες, Καρδιακή ανεπάρκεια.

ΠΕΡΙΚΑΡΔΙΤΙΔΑ ΣΤΟ ΗΓΚ

Οι αλλαγές στο ΗΓΚ στην περικαρδίτιδα εξελίσσονται σταδιακά:

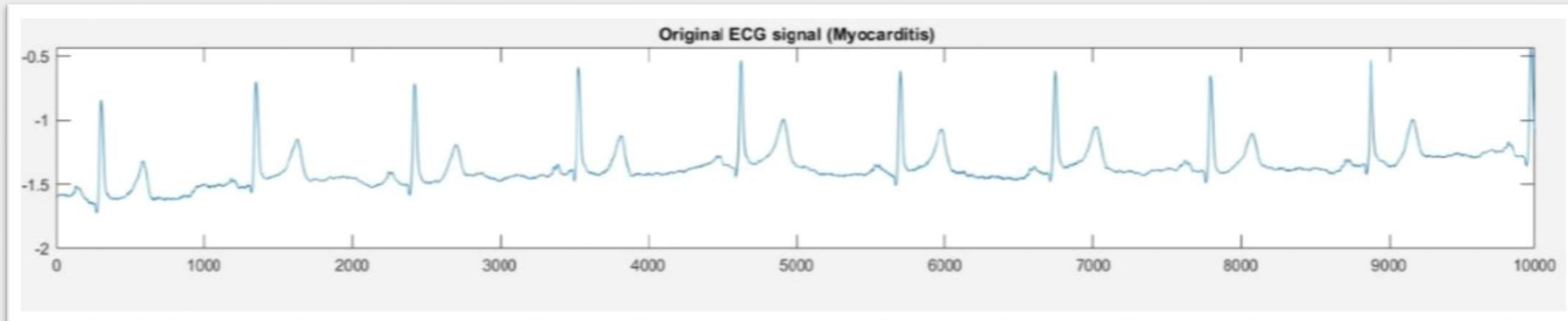
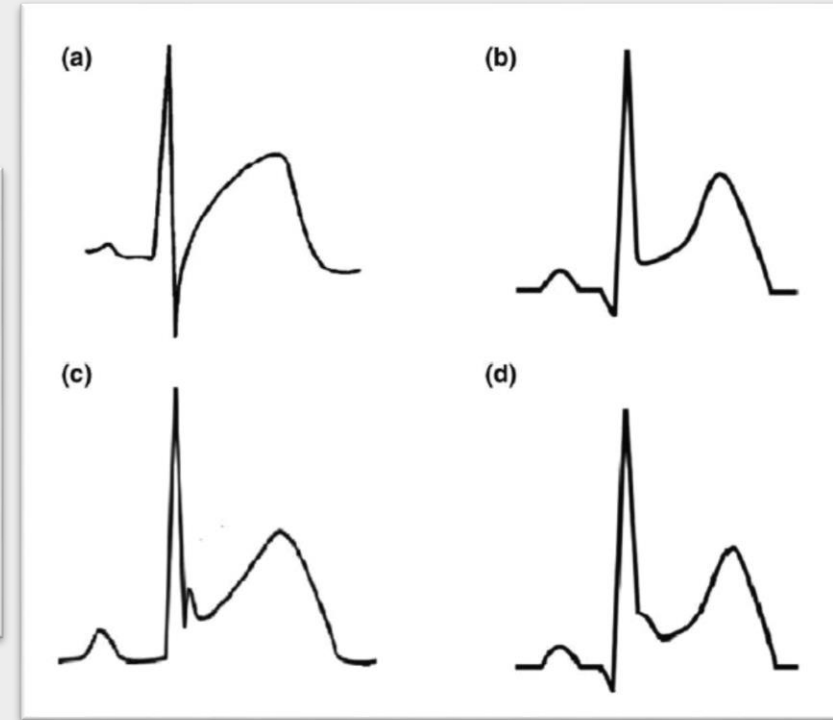
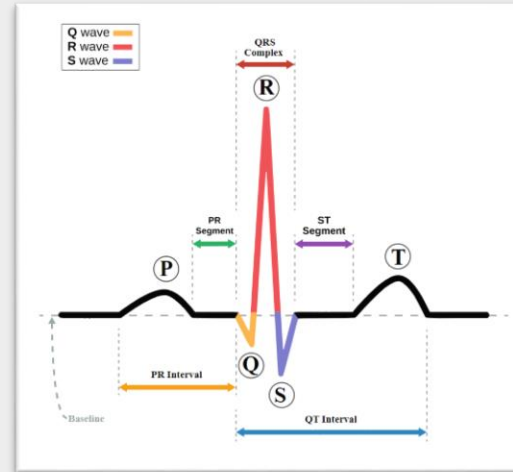
- ❖ Πρώτο στάδιο: Ανύψωση του τμήματος ST και την κατάπτωση του τμήματος PR, και διαρκεί από λίγες ώρες έως και ημέρες
- ❖ Δεύτερο στάδιο: Ομαλοποίηση των τμημάτων ST και PR
- ❖ Τρίτο στάδιο: Εκτεταμένες αναστροφές των T κυμάτων
- ❖ Τέταρτο στάδιο: Ομαλοποίηση των κυμάτων T

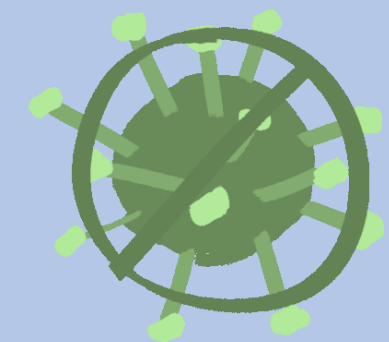
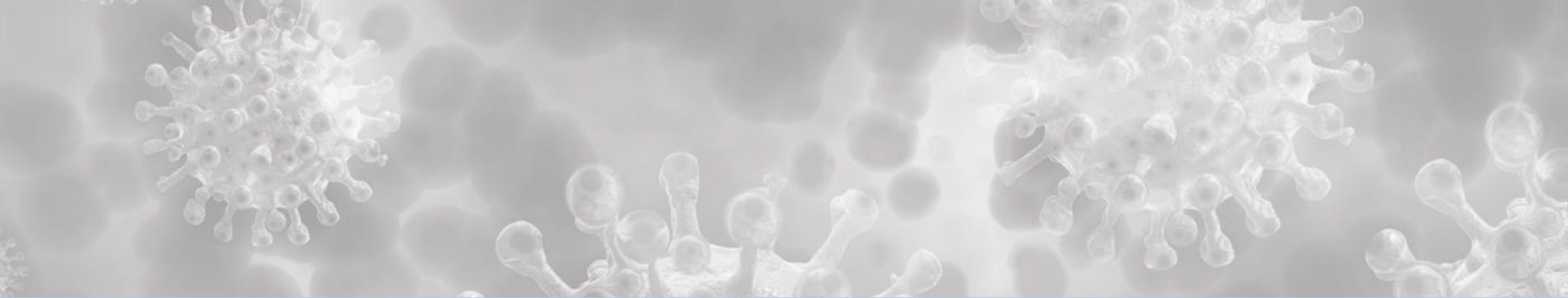


ΜΥΟΚΑΡΔΙΤΙΔΑ ΣΤΟ ΗΓΚ

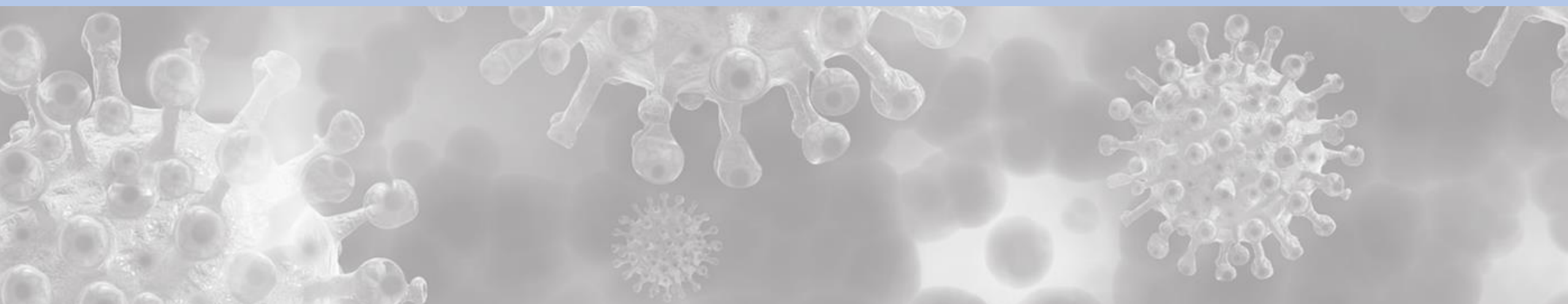
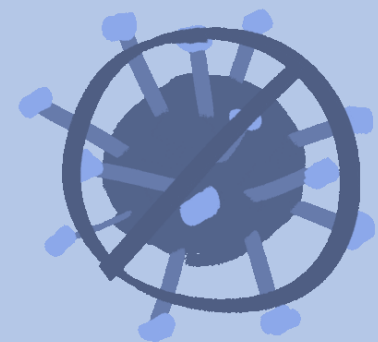
Τα ευρήματα ΗΚΓ στη μυοκαρδίτιδα μπορεί να είναι ποικίλα και μπορεί να περιλαμβάνουν:

- ❖ Ανύψωση τμήματος ST ή κατάπτωση σε πολλαπλές απαγωγές.
- ❖ Ανωμαλίες του κύματος T - αναστροφή ή ισοπέδωση.
- ❖ Ανωμαλίες του συμπλέγματος QRS
- ❖ Αρρυθμίες





LONG COVID ΣΥΝΔΡΟΜΟ



ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ Long COVID ΣΥΝΔΡΟΜΟ?

Επιμονή των συμπτωμάτων μετά από νόσηση με COVID-19 για τουλάχιστον 3 μήνες

Συμπτώματα:

- Κόπωση
- Δύσπνοια
- Προβλήματα μνήμης
- Πόνος στους μύες και στις αρθρώσεις
- Πόνος στο στήθος
- Προβλήματα ύπνου
- Πονοκέφαλοι
- Αίσθημα παλμών της καρδιάς
- Γαστρεντερικά προβλήματα
- Διαταραχές διάθεσης

Μερικά άτομα με Long COVID εμφανίζουν συμπτώματα που επιμένουν για περισσότερο από 3 μήνες

Μακροπρόθεσμα συμπτώματα:

- Σύνδρομο χρόνιας κόπωσης
- Σύνδρομο ορθοστατικής ταχυκαρδίας
- Βλάβη στους πνεύμονες
- Βλάβη οργάνων
- Νευρολογικές επιπλοκές

Συμπερασματικά απο έρευνες:

Ζωτικά σημεία:

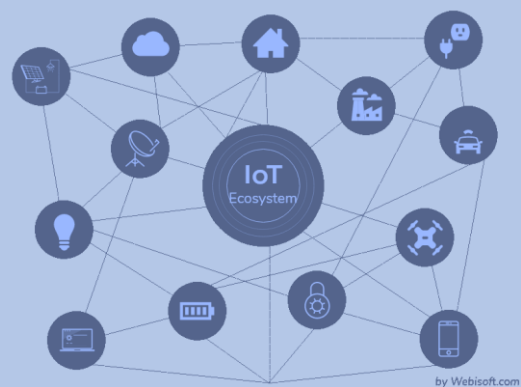
- ❖ Κορεσμός οξυγόνου <95%
- ❖ Θερμοκρασία σώματος (Παρατεταμένος πυρετός)

Συμπτώματα κατά την εξέταση:

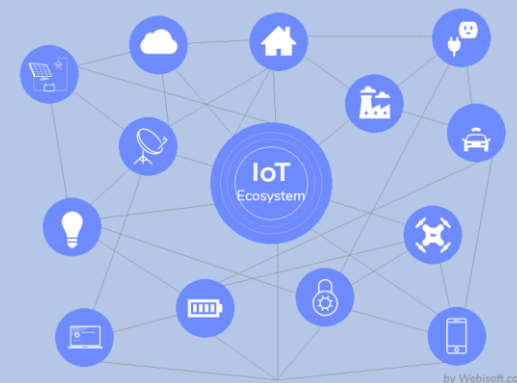
- ❖ Πόνος στο στήθος
- ❖ Ζάλη
- ❖ Τουλάχιστον ένα καρδιακό σύμπτωμα

ΗΓΚ μετρήσεις:

- ❖ Ανύψωση του τμήματος ST
- ❖ Κατάπτωση του τμήματος PR



ΙοΤ ΣΥΣΤΗΜΑ

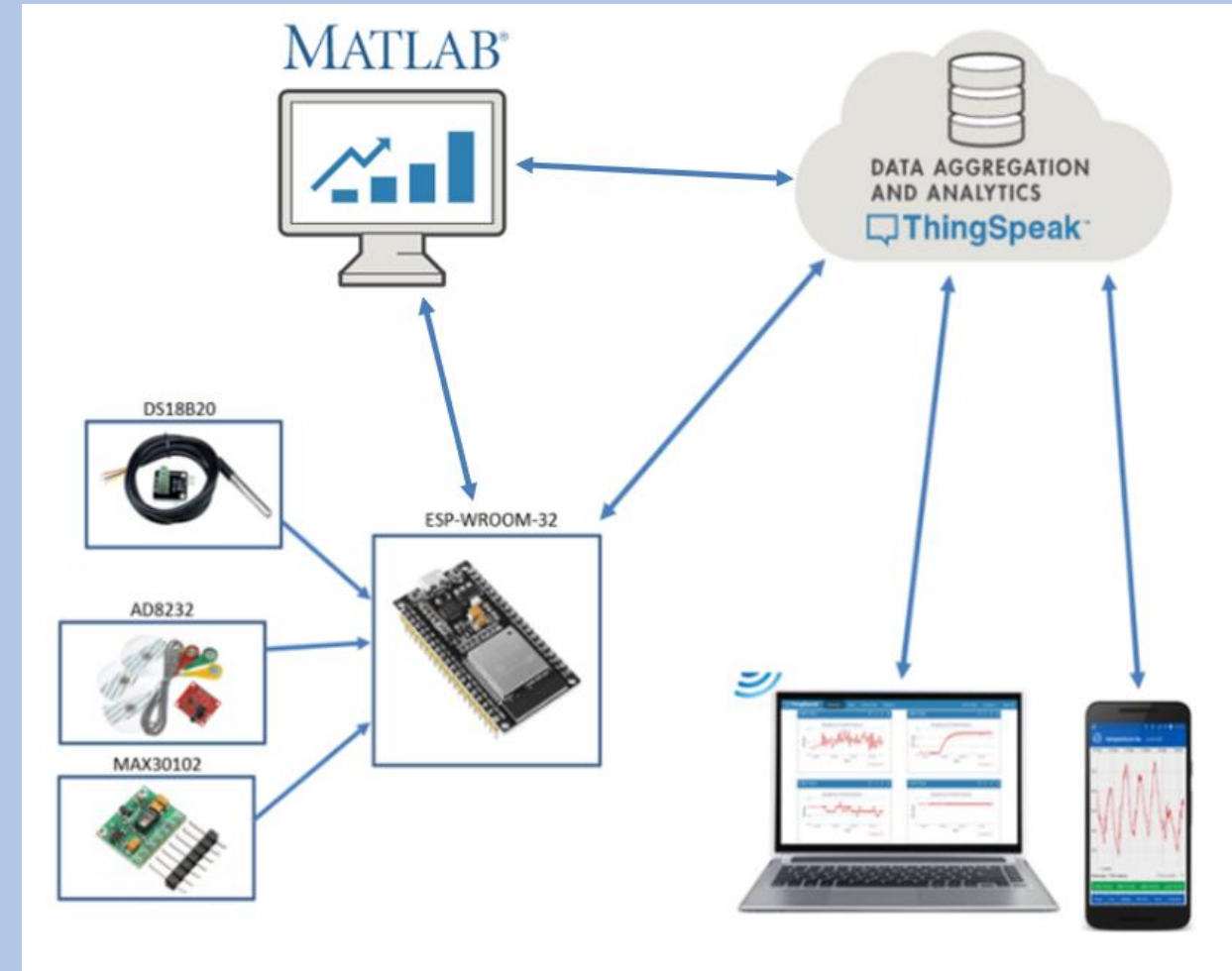


ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΙοΤ;

- ❖ Το ΙοΤ είναι ένα δίκτυο διασυνδεδεμένων συσκευών που ανταλλάσσουν δεδομένα μέσω του Διαδικτύου.

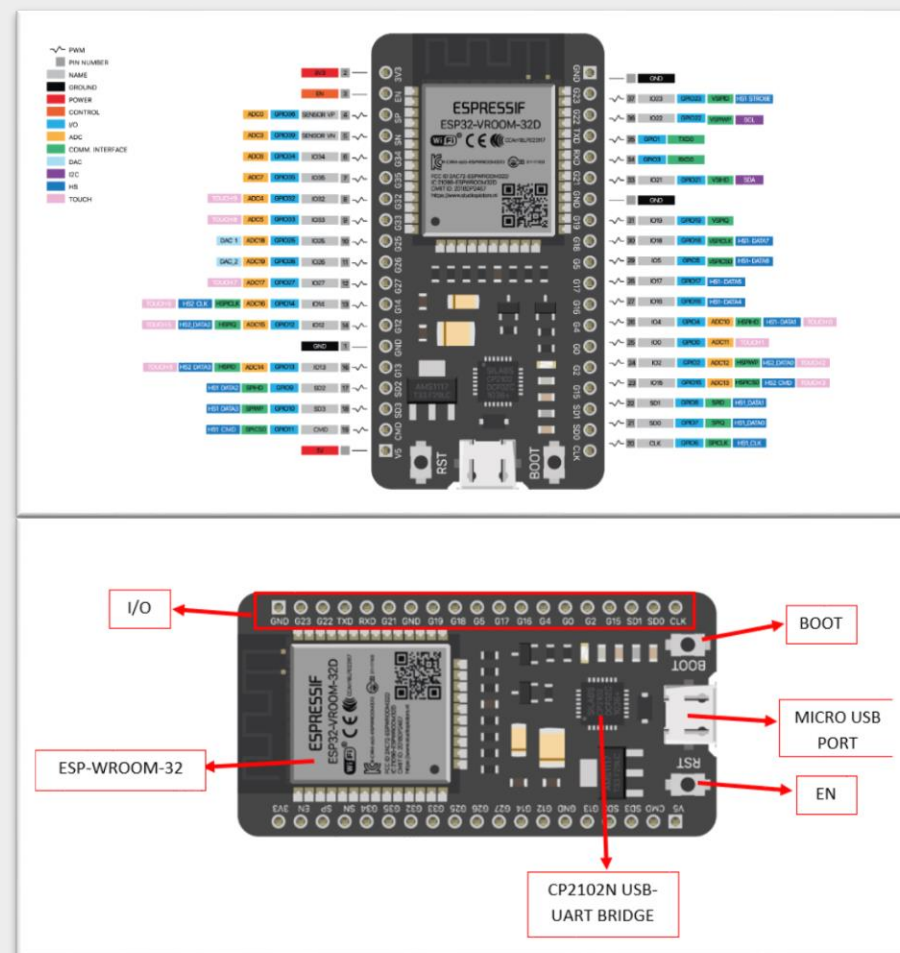
ΤΙ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ ΓΙΑ ΝΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΗΘΕΙ ΜΙΑ ΣΥΣΚΕΥΗ ΙοΤ;

- ❖ Μικροελεγκτή
- ❖ Αισθητήρες
- ❖ Connectivity Modules: Δηλαδή Wi-Fi, Bluetooth κ.λπ
- ❖ Διαχείριση ενέργειας: Μακροζωία και αξιοπιστία συσκευής
- ❖ Πλατφόμα Cloud
- ❖ Επεξεργασία και Ανάλυση Δεδομένων (Charts, Numeric values, μηχανική μάθηση, βαθιά μάθηση κ.λπ)
- ❖ Διεπαφή χρήστη: Web ή Mobile εφαρμογές
- ❖ Ασφάλεια δεδομένων (Ασφαλή πρωτόκολλα επικοινωνίας, μηχανισμούς ελέγχου ταυτότητας κ.λπ)

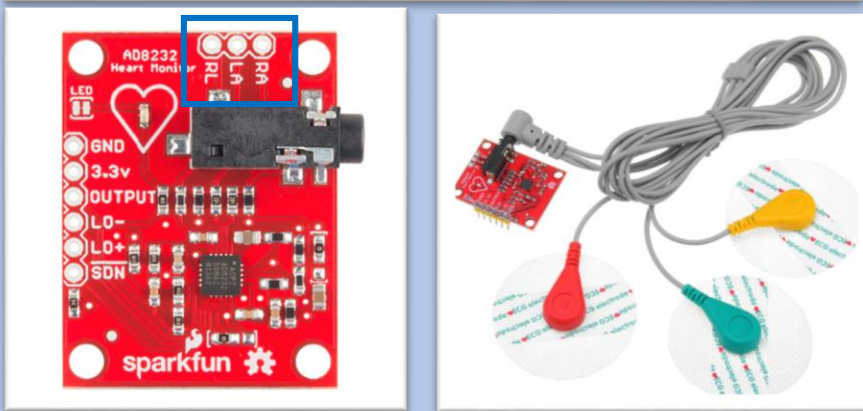


ΠΛΑΚΕΤΑ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗ

	ESP32
MCU	Xtensa Dual-core 32-bit LX6 with 600 DMIPS
802.11 b/g/n Wi-Fi	HT40
Bluetooth	Bluetooth 4,2 and BLE
Typical Frequency (τυπική συχνότητα)	160 MHz
SRAM	✓
Flash	✓
GPIO	34
Hardware/Software PWM	None / 16 channels
SPI/I2C/I2S/UART	4/2/2/2
ADC (αναλογικό σε ψηφιακό)	12-bit
CAN bus connection	✓
Ethernet MAC Interface (διεπαφή MAC Ethernet)	✓
Touch Sensor (αισθητήρας αφής)	✓
Temperature Sensor (αισθητήρας θερμοκρασίας)	✓ (Σε παλιότερες εκδόσεις)
Hall effect Sensor	✓
Working Temperature (θερμοκρασία λειτουργίας)	-40°C - 125°C
Price (κόστος)	6-12\$



AD8232 – ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΗΓΚ

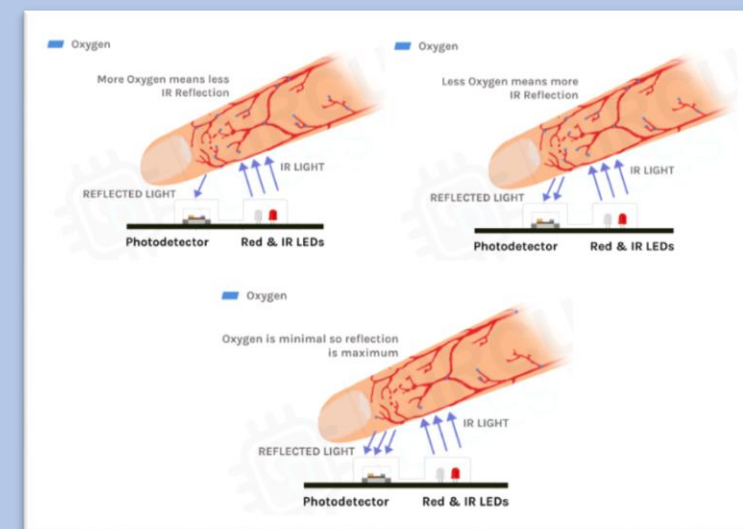
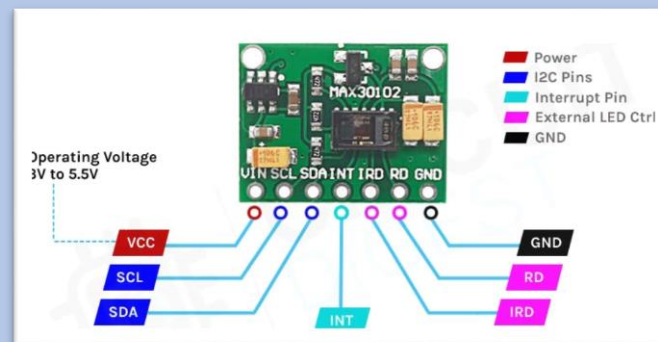


- ❖ Εύκολη ανάγνωση του αναλογικού σήματος εξόδου με μικροελεγκτή
- ❖ Εντοπίζει ποιο καλώδιο είναι συνδεδεμένο ή αποσυνδεδεμένο
- ❖ **LA (Left Arm (Αριστερό χέρι))** : Το LA είναι η θετική είσοδος (+IN) του ενισχυτή οργανολογίας
- ❖ **RA (Right Arm (Δεξί χέρι))** : RA είναι η αρνητική είσοδος (-IN) του ενισχυτή οργανολογίας
- ❖ **RL (Right Leg (Δεξί πόδι))** : Το ηλεκτρόδιο RL χρησιμοποιείται ως σημείο αναφοράς για τη μείωση του θορύβου κοινού τρόπου και τη βελτίωση της ποιότητας του σήματος ΗΚΓ

MAX30102 – ΜΕΤΡΗΣΗ ΚΟΡΕΣΜΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ ΣΤΟ ΑΙΜΑ

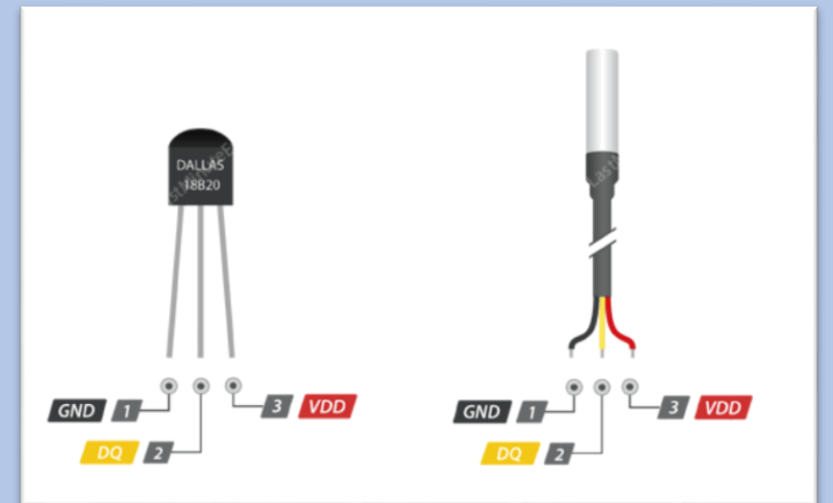
Το MAX30102 λειτουργεί εκπέμποντας και ανιχνεύοντας φως για τη μέτρηση φυσιολογικών παραμέτρων:

- ❖ Το κόκκινο και το υπέρυθρο φως εκπέμπονται στο δέρμα.
- ❖ Ο φωτοανιχνευτής συλλαμβάνει το ανακλώμενο ή μεταδιδόμενο φως.
- ❖ Οι αλλαγές στον όγκο του αίματος ρυθμίζουν το φως που λαμβάνεται.
- ❖ Αναλύοντας αυτές τις αλλαγές, υπολογίζει τον καρδιακό ρυθμό και τον κορεσμό του οξυγόνου.
- ❖ Η μονάδα διασυνδέεται με μικροελεγκτές για να παρέχει δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για παρακολούθηση και ανάλυση.

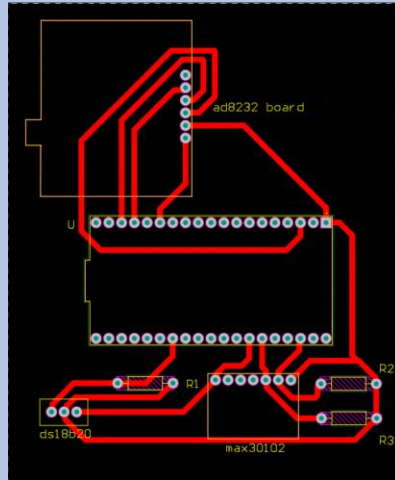


DS18B20 – ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΣΩΜΑΤΟΣ

- ❖ Εύρος θερμοκρασίας -55°C - $+125^{\circ}\text{C}$, και ακρίβεια $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$
- ❖ Η ανάλυση του μπορεί να ρυθμιστεί σε 9, 10, 11 ή 12 bit. Η προεπιλεγμένη ανάλυση είναι 12 bit (διακριτική ικανότητα $0,0625^{\circ}\text{C}$)
- ❖ GND (γείωση)
- ❖ DQ (Δίαυλος δεδομένων (συνδέεται με ένα ψηφιακό ακροδέκτη του μικροελεγκτή))
- ❖ VDD (Τροφοδοσία)



ΤΕΛΙΚΗ ΣΥΣΚΕΥΗ IoT

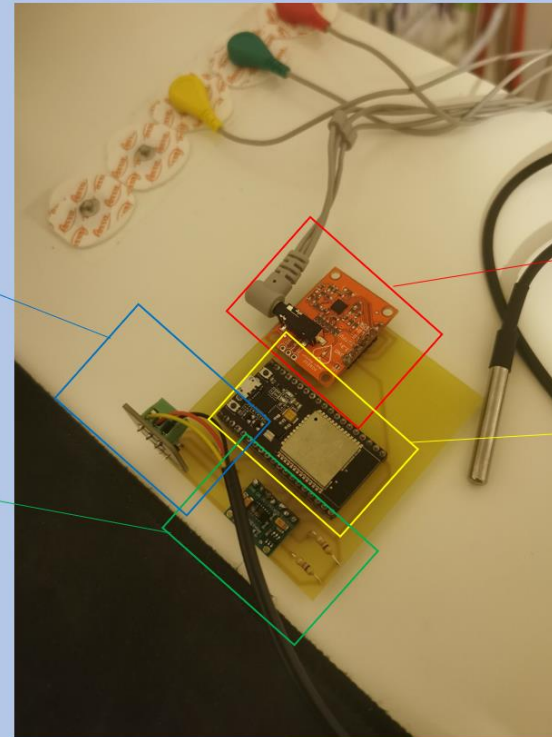
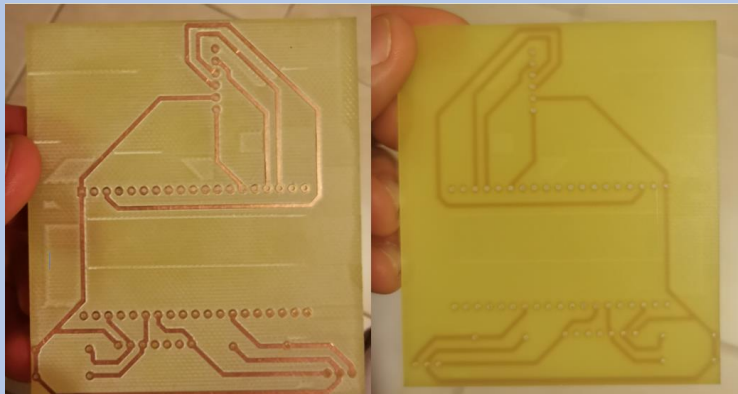


DS18B20
Αισθητήρας
θερμοκρασίας

MAX30102
Παλμικό
οξύμετρο

AD8232
Ολοκληρωμένος
αισθητήρας
παρακολούθησης
ΗΓΚ

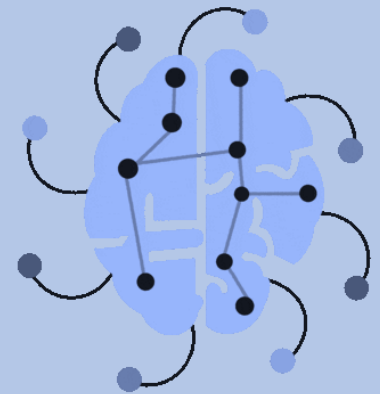
ESP32
Μικροελεγκτής



ARTIFICIAL
NEURAL NETWORK



ΝΕΥΡΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ



Νευρωνικά δίκτυα: Αποτελούνται από διασυνδεδεμένους κόμβους ή νευρώνες, οργανωμένους σε επίπεδα, που τους επιτρέπουν να μαθαίνουν χαρακτηριστικά (features) και να κάνουν προβλέψεις από πολύπλοκα δεδομένα.

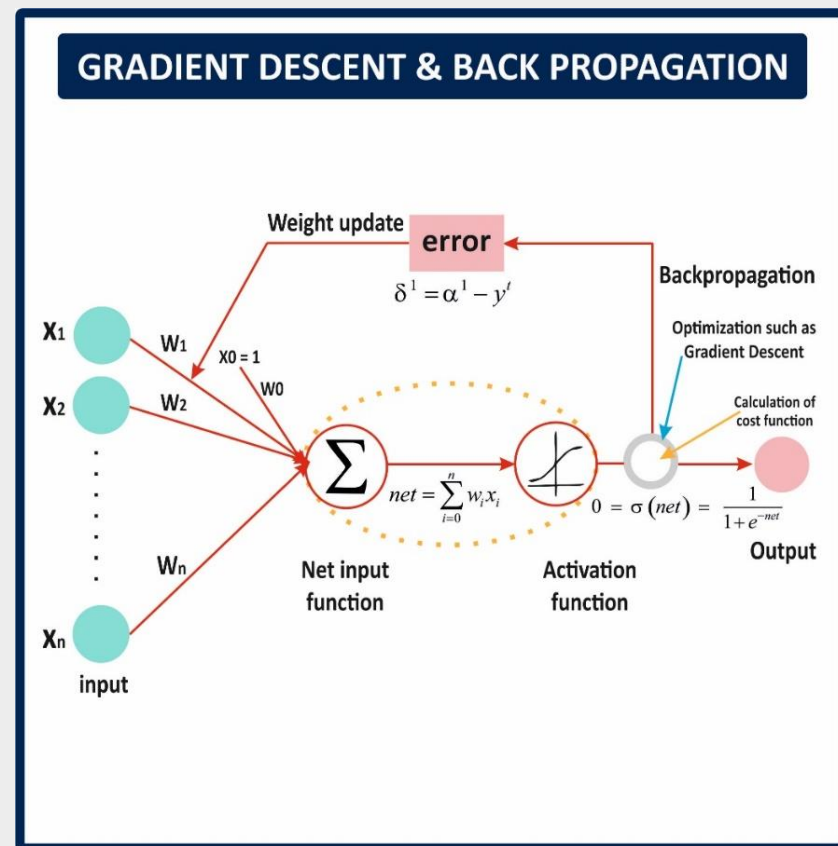
ECG Classification: μπορούν να εκπαιδευτούν ώστε να ταξινομούν τα σήματα ΗΚΓ σε διαφορετικές κατηγορίες.

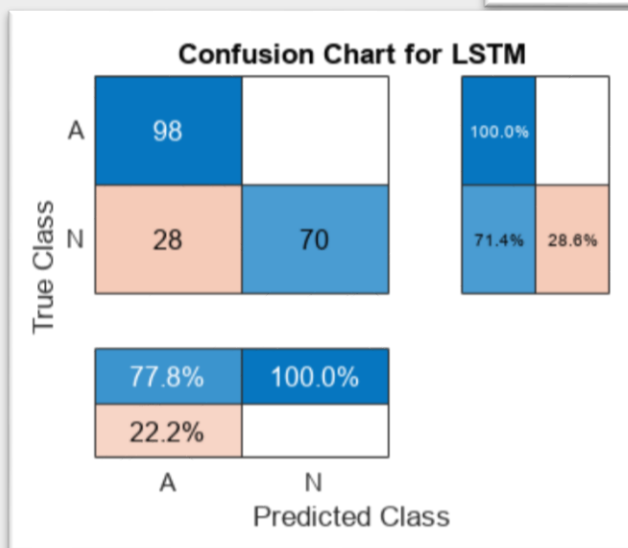
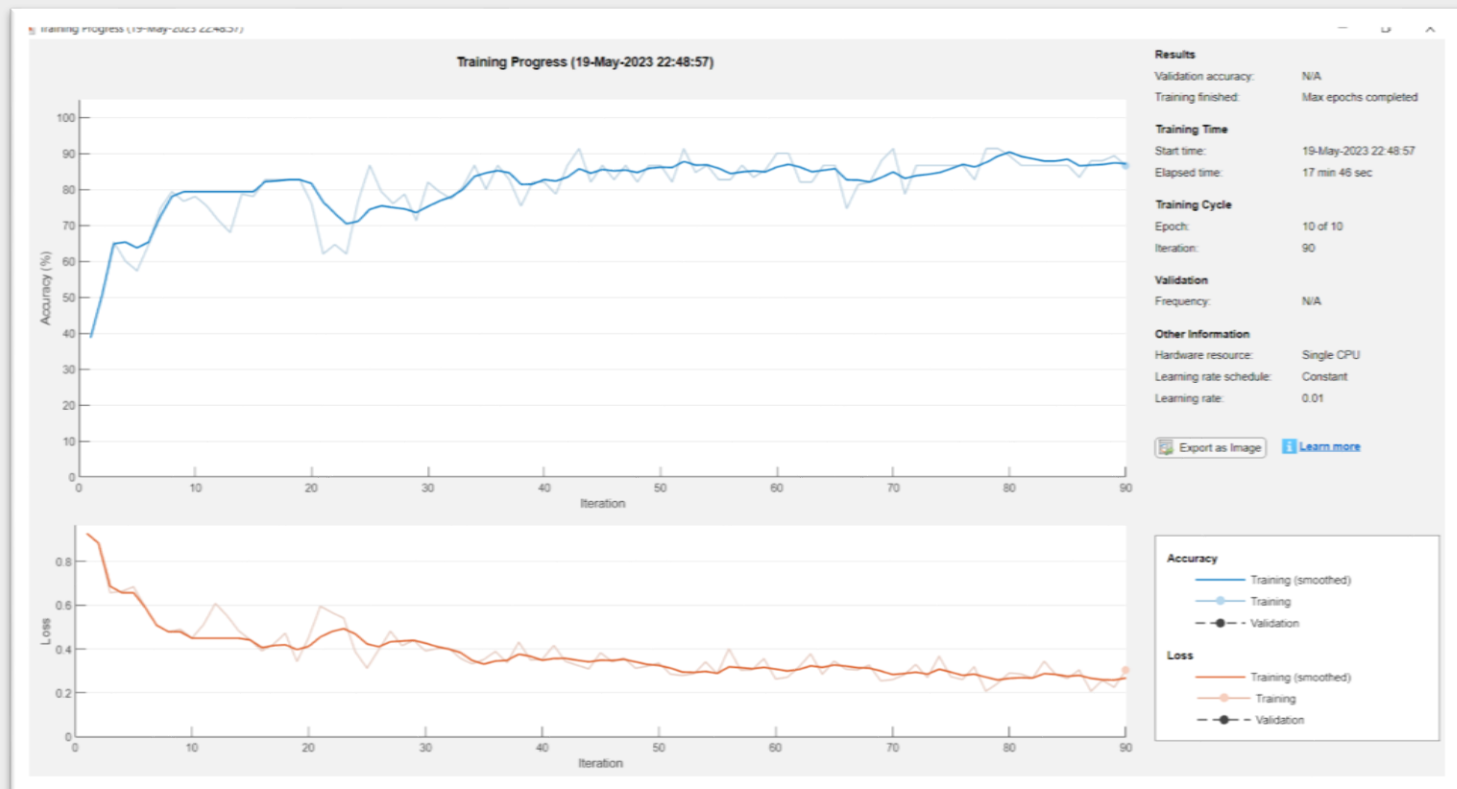
LSTM: Διαπρέπουν στην καταγραφή χρονικών εξαρτήσεων και μακροπρόθεσμων εξαρτήσεων σε δεδομένα χρονοσειρών, καθιστώντας τα κατάλληλα για την ανάλυση σημάτων ΗΚΓ.

Οι νευρώνες σε διασυνδεδεμένα στρώματα επεξεργάζονται δεδομένα εισόδου μέσω βάρων, μεροληψιών και συναρτήσεων ενεργοποίησης για να παράγουν μια έξοδο.

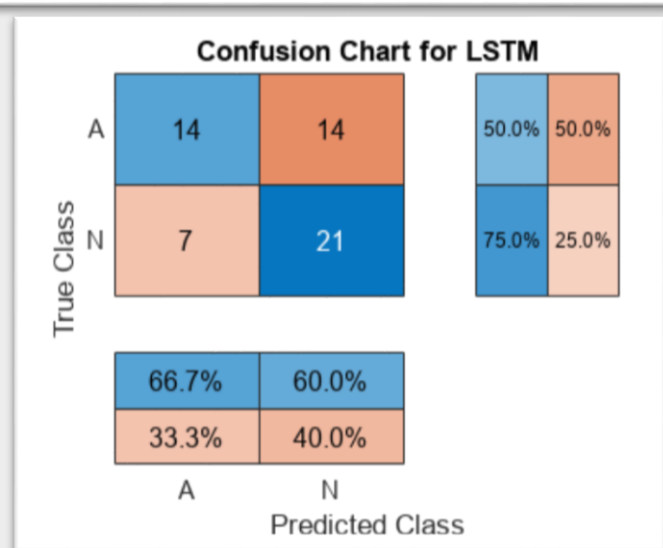
Κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης, το δίκτυο προσαρμόζει τα βάρη για να ελαχιστοποιήσει το σφάλμα πρόβλεψης και να βελτιώσει την ακρίβεια.

Μόλις εκπαιδευτεί, το νευρωνικό δίκτυο μπορεί να κάνει προβλέψεις τροφοδοτώντας νέα δεδομένα εισόδου μέσω του δικτύου και δημιουργώντας μια έξοδο.





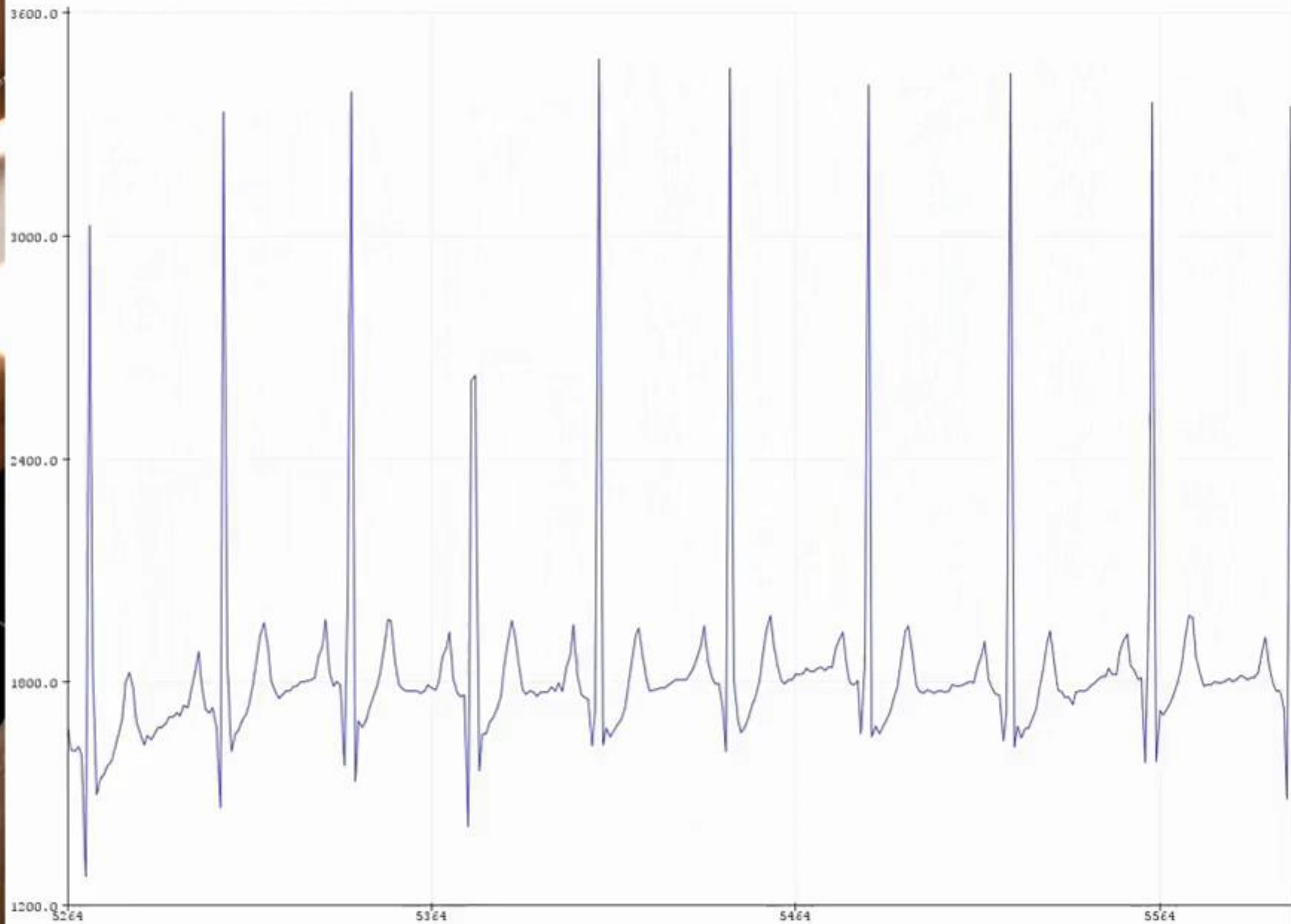
LSTMAccuracy = 85.7143



LSTMAccuracy = 62.5000



ΤΕΛΙΚΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ



115200 baud

Type here to search



Address

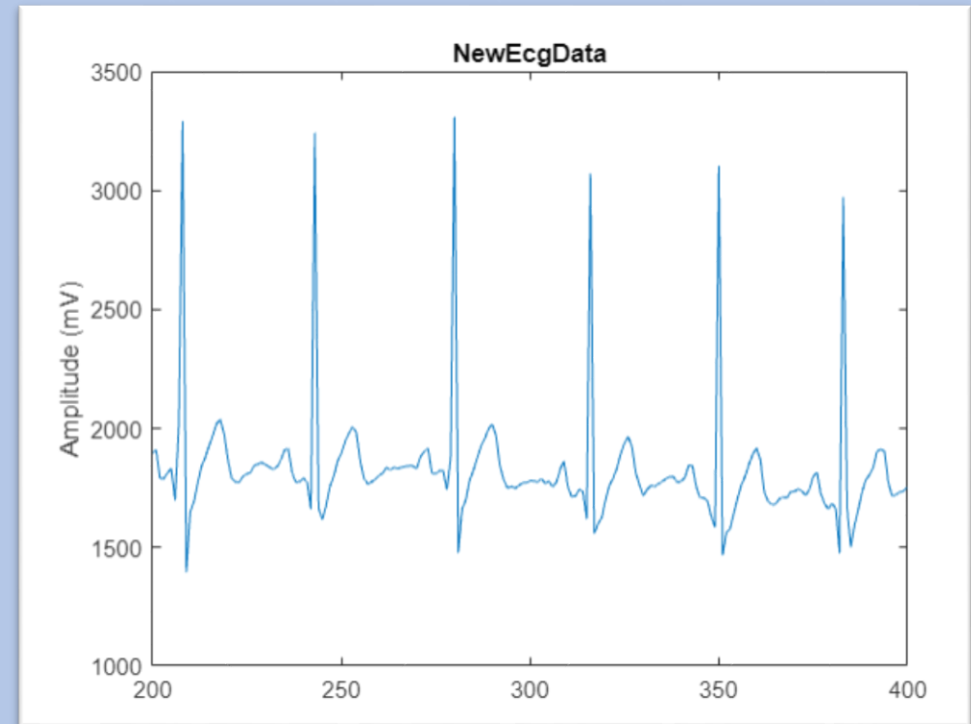
Εισαγωγή καινούργιων,
δικών μας δεδομένων
ΗΓΚ στο MATLAB για
επεξεργασία



- Δειγματοληψία 1 kHz
- Εφαρμογή notch filter 50 Hz για απόρριψη του θορύβου απο το δίκτυο της ΔΕΗ



Εφαρμογή των καινούργιων
δεδομένων στο είδη
εκπαιδευμένο νευρωνικό μας
δίκτυο για να κάνει
πρόβλεψη



ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ / ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ / ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ/ ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ
LSTM accuracy	60,3% / Normal
Κορεσμός οξυγόνου	98,70%
Θερμοκρασία σώματος	36,68 °C
Συμπτώματα Long Covid	Κανένα