विद्युत् हृदयालेख

अशोक तपासे

विद्युत् हृदयालेख

अशोक तपासे

पुरिस-दम्म प्रकाशन

आपल्या नित्य वापरातील मोबाईल वर सुलभपणे वाचता यावीत इतकी या पुस्तकातील अक्षरे मोठी केलेली आहेत.

© हर्षदा तपासे

पुरिस-दम्म प्रकाशन

संपर्क भ्रमण ध्वनी

9930112113

9969112113

8879112113

लेखक ई-मेल

piyadassi.asok@gmail.com

न पुप्फगन्धो पटिवातमेति न चन्दनं तगरमल्लिका वा ।
सतञ्च गन्धो पटिवातमेति सब्बा दिसा सप्पुरिसो पवाति ॥११॥

- **तथागत बुद्ध**
- **पुप्फवग्ग, धम्मपद.**

मराठी अनुवाद

चन्दन अथवा, तगर-चमेली फुलांचा गन्ध
वारा-विरोधी (दिशेने वहात) नसतो,
(मात्र) जागृत सुजनांचा गंध वारा-विरोधी (दिशने वहातो),
सर्व दिशांना पसरतो. (११)

मला असे वाटते ...

इसवी सनाच्या विसाव्या शतकात जन्मलेल्या भारतीयांपैकी अर्ध्या लोकांनी आयुष्यात किमान एकदा तरी विद्युत हृदयालेख (ECG) काढून घेतला असेल. त्यातील शंभरात नव्याण्णव लोकांना हे काय आहे हे समजलेही नसेल. त्यामुळे त्यांनी आपल्यावर वैद्यक उपचार करणाऱ्या व्यक्तिवर विश्वास टाकूनच या आलेखाच्या कागदाकडे पाहीले असेल. आता, म्हणजे एकविसाव्या शतकात, यात कांही बदल झाल्याचे आपणास जाणवते आहे का ? असा कांही बदल नगण्यच झाला आहे असे आपणास वाटत असेल तर पुढील कांही पानांमधील लेखन आपणास निश्चित वाचनीय असेल यात मला कांही शंका वाटत नाही.

विश्वात जे अनेक विद्वान समुदाय आहेत त्यात आम्ही अगदी पुढच्या फळीतील आहोत असा अवाजवी विश्वास आम्हा भारतीयांना आजवर वाटत आला आहे. या नव्या विषयात रस घेऊन जसजसे वाचत गेलो तसतसा आमचा हा विश्वास खरोखरच अवाजवी आहे हे मनाला पटत गेले. म्हणूनच हा विषय आपल्या मातृभाषेत मांडण्याचा हा खटाटोप मी करायला घेतला.

भाषा, मग ती कोणतीही का असेना, जगभरातील अधिकाधिक ज्ञान, विज्ञान आणि तत्वज्ञान ज्या भाषेत लिहिले व वाचले जाते तितकी ती भाषा समृद्ध होत जाते. माझी

मायबोली समृद्ध नाही असे मी मुळीच म्हणणार नाही पण तिची समृद्धी कणा कणाने अधिक वृद्धिंगत व्हावी असे मला मनापासून वाटते. म्हणूनच हा विषय आपल्या मातृभाषेत मांडण्याचा हा खटाटोप मी करायला घेतला.

मी या विषयातला तज्ञ नसलो तरी गंभीर अभ्यासक आहे. जेवण करताना कोणी समोर आले तर आपण आपसुक म्हणतो, "या जेवायला". अगदी तितक्याच आपसुक पणे मला वाटले, मी या विषयी जे कांही वाचले, ते माझ्या समोर असलेल्या लोकांपर्यंत मी पोचवले पाहिजे. म्हणूनच हा विषय आपल्या मातृभाषेत मांडण्याचा हा खटाटोप मी करायला घेतला.

माझा हा खटाटोप कितपत यशस्वी किंवा अयशस्वी झाला आहे हे आपणच ठरवा आणि आपला अभिप्राय मला कळवा, इतरांनाही सांगा.

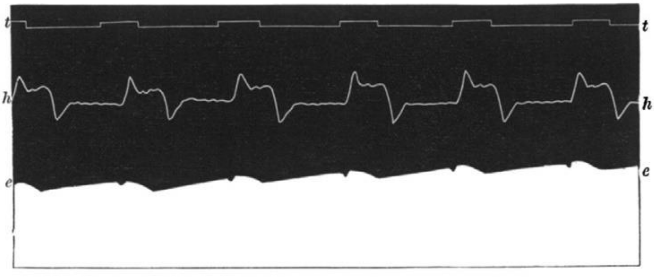
अशोक तपासे.
शुक्रवार, विजया दशमी,
विक्रम संवत २०७८.
१५ ऑक्टोबर २०२१.

हे असे घडत गेले ...

इसवी सनाच्या विसाव्या शतकात जगभर प्रसिद्ध पावलेल्या वैद्यक क्षेत्रात मोलाचा विकास झाला. इ.स. १८९५ मधे छातीच्या क्ष-किरण चित्रामुळे छातीमधील अस्थिपंजर तसेच त्यातील फुफुसे व हृदय यांच्या आकार-विकाराचे निदान करणे बव्हंशी सुलभ झालेच होते. पण हृदयाच्या विकाराचे अधिक निरीक्षण आणि निदान करणे तितकेसे सुलभ नव्हते.

इ.स. १८४२ मधे पिसा येथील विद्यापीठातील भौतिक विज्ञान प्राध्यापक कार्लो मत्तेउचि यांनी बेडकाच्या शरीरात प्रत्येक हृदय-स्पंदना सोबतच विद्युत प्रवाह आढळतो असे दाखविले.

इ.स. १८७७ मधे **डॉ. ऑगष्टस वॅलर** या लंडन मधील सेंट मेरी वैद्यक विद्यालयातील शरीर-विज्ञान शास्त्रज्ञाने सुक्ष्म-नलिका-विद्युत मापकाच्या सहाय्याने (Capillary Electrometer) पहिले विद्युत् हृदयालेख रेखांकन केले.

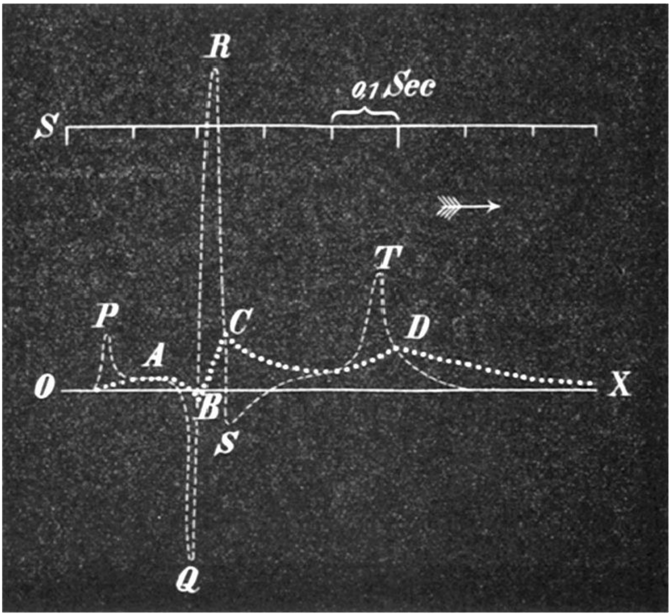


डॉ. ऑगष्टस वॅलर यांनी काढलेला पहिला विद्युत् हृदयालेख

या हृदयालेखासाठी त्यांनी छातीवर आणि त्याच मागे पाठीवर विद्युतग्राहक (Electrode) जोडले होते.

इ.स. १८९१ मधे लंडन विद्यापीठाशी संलग्न महाविद्यालयातील प्राध्यापक द्वय डॉ. विल्यम बेलिस आणि डॉ. एडवर्ड स्टर्लिंग यांनी हृदयाच्या प्रत्येक स्पंदना सोबत असणाऱ्या विद्युत प्रणालीत तीन टप्पे असल्याचे स्पष्ट केले.

इ.स. १८९३ मधे नेदरलँड मधील लेडन विद्यापीठाचे शरीर विज्ञान प्राध्यापक **डॉ. विल्येम ऐंथोवेन** यांनी डॉ. ऑगष्टस वेलर यांच्या सुक्ष्म-नलिका-विद्युत मापकाच्या सुक्ष्म अभ्यासातून हृदय स्पंदनाचे पाच टप्पे (ABCDE) आलेखित केले. यातील सुक्ष्म नलिकेमुळे होणाऱ्या विद्युत अवरोधाचे गणिती निरसन (Mathematical Correction) करून त्यायोगे हृदय स्पंदनाच्या पाच टप्प्यांचे (PQRST) पुनर्लेखन केले. या पुनर्लेखनाने प्राप्त झालेला हृदयालेख आणि आताच्या आधुनिक विद्युत् हृदयालेख यंत्रातून प्राप्त होणारा हृदयालेख यांत बव्हंशी साम्य आढळते. ABCDE आणि PQRST या दोहोंचे तुलनात्मक चित्र आपणास पुढील पानावर पहाता येईल.



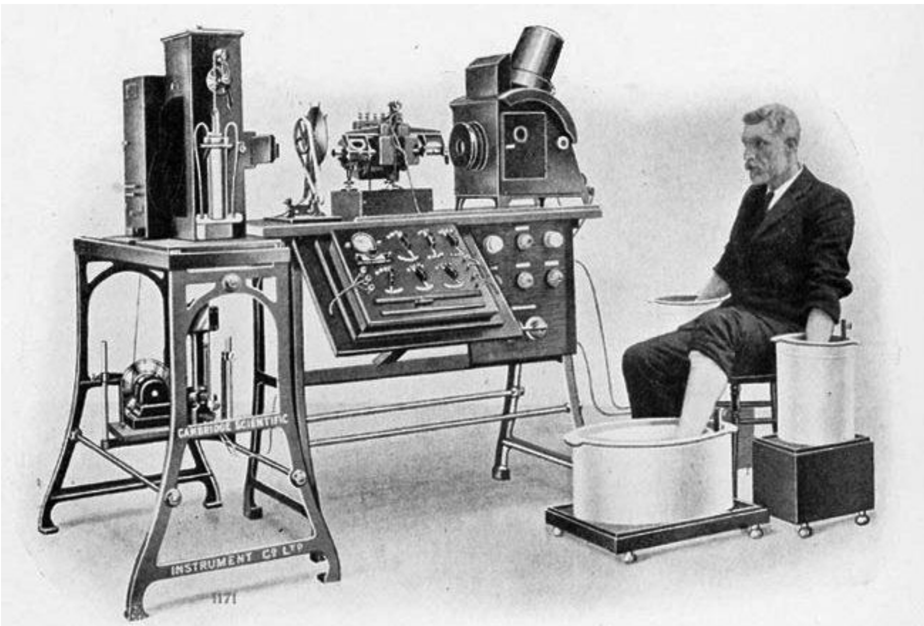
डॉ. विल्यम ऐंथोवेन यांनी केलेल्या गणिती निरसनातून प्राप्त केलेला हृदयालेख

या नंतरही डॉ. ऐंथोवेन या क्षेत्रात संशोधन करीतच राहीले. सुक्ष्म-नलिका-विद्युत मापकाच्या जागी त्यांनी वाहक-तंतु-विद्युत मापक (String Galvanometer) वापरून इ. स. १९०१ मधे अधिक संवेदनशील विद्युत् हृदयालेख यंत्र तयार केले.

डॉ. वॅलर यांनी त्यांच्या हृदयालेखा साठी दोन हातांना, दोन पायांना आणि एक मुखात असे पाच विद्युतग्राहक (Electrode) वापरले होते. डॉ. ऐंथोवेन यांनी उजवा पायाचा व मुखात ठेवलेला विद्युतग्राहक बाद

केला. कारण त्यातून अधिक संवेदनशील असे कांही प्राप्त होत नसल्याचे त्यांना आढळले होते.

तीन विद्युतग्राहक (Electrode) व वाहक-तंतु-विद्युत मापक (String Galvanometer) वापरून डॉ. विल्येम ऐंथोवेन यांनी त्यांचे पहिले विद्युत् हृदयालेख यंत्र तयार केले. या यंत्रात मिठ-पाणी असलेल्या दोन पात्रात रुग्णाचे दोन्ही हात व तिसऱ्या पात्रात डावा पाय ठेवला जाई. या मिठ-पाणी युक्त पात्रात विद्युतग्राहक (Electrode) बुडविलेले असत व ते विद्युत वाहक तारांनी



डॉ. विल्येम ऐंथोवेन यांचे पहिले विद्युत् हृदयालेख यंत्र

वाहक-तंतु-विद्युत मापकाला (String Galvanometer) आवश्यक विद्युत संरचने मार्फत जोडले जात. याच यंत्राने पहिला व्यवहार्य **विद्युत् हृदयालेख** काढला गेला. इ.स. १९०८ मधे एडिनबर्ग विद्यापीठातील डॉ. एडवर्ड शेफर यांनी असे एक यंत्र विकत घेतले. पुढल्याच वर्षी १९०९ मधे न्युयॉर्क मधील सिनाई इस्पितळासाठी डॉ. अल्फ्रेड कोह्न यांनी असे दुसरे यंत्र विकत घेतले. अशा रीतीने पूर्णतया व्यवहार्य विद्युत् हृदयालेख यंत्र तयार होऊन वापरले गेले.

वैद्यक क्षेत्रातील या महत्वपूर्ण संशोधना साठी इ.स. १९२४ मधे डॉ. विल्येम ऐंथोवेन यांना नोबेल पारितोषक मिळाले.

मिशीगन विद्यापीठाचे डॉ. फ्रँक विल्सन यांनी इ.स. १९३४ मधे (दोन पाय-दोन हात) चार अवयवांच्या विद्युत जोडण्या एकत्र करून मध्यवर्ती विद्युतग्राहक (Central Terminal Electrode) करून त्या संदर्भाने शरीरावरील अन्य स्थानांवरील विद्युत मापन करण्याची संकल्पना मांडली. ही अन्य स्थाने म्हणजे छातीवर हृदया भोवतीची सहा स्थाने (V1 … V6).

इ.स. १९३८ मधे अमेरिकन हॉर्ट असोसिएशन आणि कार्डियाक सोसायटी ऑफ ग्रेट ब्रिटन या संस्थांनी मध्यवर्ती विद्युतग्राहक वापरून छातीवरील सहा ठिकाणी (V1-V6) विद्युत मापन करण्याची पद्धत सुरू केली.

न्युयॉर्क मधील लिंकन इस्पितळातील वैद्यक शास्त्रज्ञ डॉ. एमॅन्युअल गोल्डबर्गर यांनी इ.स. १९४२ मधे तीन पैकी दोन अवयवांच्या एकत्र जोडणी संदर्भाने विद्युत मापन करण्याची (aVR, aVL, aVF) संकल्पना मांडली.

या सर्व संशोधनांच्या परिणाम स्वरुप इ.स. १९५४ मधे अमेरिकन हॉर्ट असोशियनने एकूण बारा संयोजित विद्युत मापने (L1, L2, L3, aVR, aVL, aVF, V1-V6) करून आजचा **विद्युत् हृदयालेख** जगन्मान्य केला.

या सर्वांची कांहीशी विस्तृत माहिती आपण पुढील लेखनातून वाचणार आहोत. या माहितीमुळे विद्युत् हृदयालेख म्हणजे काय आणि यातून काय कळते, किमान इतके तरी सामान्य वाचकाला कळेल.

मी या विषयातील अभ्यासक आहे हे मी पहिल्याच लेखात विषद केले आहे, त्यामुळे या लेखनातून विद्युत् हृदयालेखाचे सर्व बारकावे आणि सुक्ष्म पातळीवर निदान करणे शक्य होईल असा अवाजवी दावा इथे केलेला नाही.

विद्युत् हृदयालेख संशोधनातील महत्वाचे मानकरी

Dr. Carlo Matteucci - a professor of physics at University of Pisa (1842)

Augustus Waller - St Mary’s Medical School in London (1877).

William Bayliss and Edward Starling, British physiologists of University College London (1891).

Dr. Willem Einthoven, a Dutch physiologist (1901).

Sir Edward Schafer of the University of Edinburgh was the first to buy a string galvanometer electrograph for clinical use in 1908.

Dr. Alfred Cohn at Mt. Sinai Hospital, New York purchased string galvanometer electrograph for clinical use in 1909.

Dr. Willem Einthoven was awarded **Nobel Prize** for **ECG** (1921)

Dr. Frank N. Wilson (1934) University of Michigan developed the concept of the ‘central terminal’.

Dr. Emanuel Goldberger of Lincoln Hospital, New York (1942) Augmented Leads.

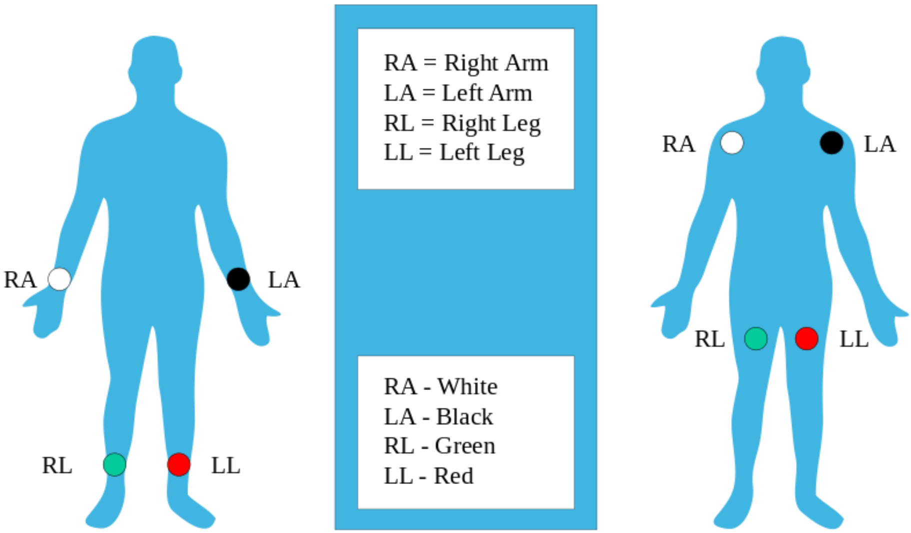
American Heart Association (1954) Final 12 lead ECG.

विद्युतग्राहक आणि आलेख

विद्युत् हृदयालेख जगप्रसिद्ध वैद्यक शास्त्रात कसा अवतीर्ण झाला हे आपण मागच्या लेखात वाचले. हा इतिहास वाचत असतानाच आपणास हृदयाचा हा आलेख काढण्यासाठी शरीरावर दहा विद्युतग्राहक (Electrodes) लावले जातात हे समजले. या दहा जोडण्या मधून बारा वेगवेगळ्या प्रकारचे आलेख प्राप्त होतात हे देखील समजले आहेच. या दोहोंची अधिक विस्तृत माहिती आपण या लेखातून करून घेवू.

पहिले चार विद्युतग्राहक (Electrodes) म्हणजे अवयव विद्युतग्राहक. दोन्ही हातांना मनगटावर दोन जोडण्या लावल्या जातात. दोन्ही पायांना घोट्याच्या किंचित वर दोन जोडण्या लावल्या जातात. या जोडण्या लावताना ते ठिकाण स्वच्छ आहे हे पाहीले जाते. त्या ठिकाणी केस असल्यास ते काढले जातात. या जोडण्या अगदी शुष्क असल्यास त्यांमधून विद्युत प्रवाह जाणार नाही. म्हणुनच या जोडण्याच्या जागी किंचित ओलसर पणा साठी विशिष्ट द्रव लावला जातो. या जोडण्यांची स्थानांची माहिती यंत्राला निश्चीत असणे गरजेचे असते. म्हणून या जोडण्यांवर रंगीत खुणा केलेल्या असतात किंवा जोडणीच्या तारेवरील पुर्ण वेष्टनच या रंगाचे असते. या रंग-

संकेता मुळे उजव्या हाताची जोडणी डाव्या हाताला किंवा पायाला जोडली जाण्याची चुक होत नाही. हृदयालेख कार्यवाहकाला ही रंगसंगती बिनचुक अवगत असणे नितांत गरजेचे असते. खालील चित्रात ही रंगसंगती आपण पाहू शकतो. कांही अपरिहार्य कारणामुळे मनगट किंवा घोट्या जवळ जोडणी लावता येत नसेल तर दुसरा विकल्प म्हणजे मनगटां ऐवजी खांद्या जवळ आणि घोट्यां ऐवजी मांडीला या जोडण्या लावता येतात.



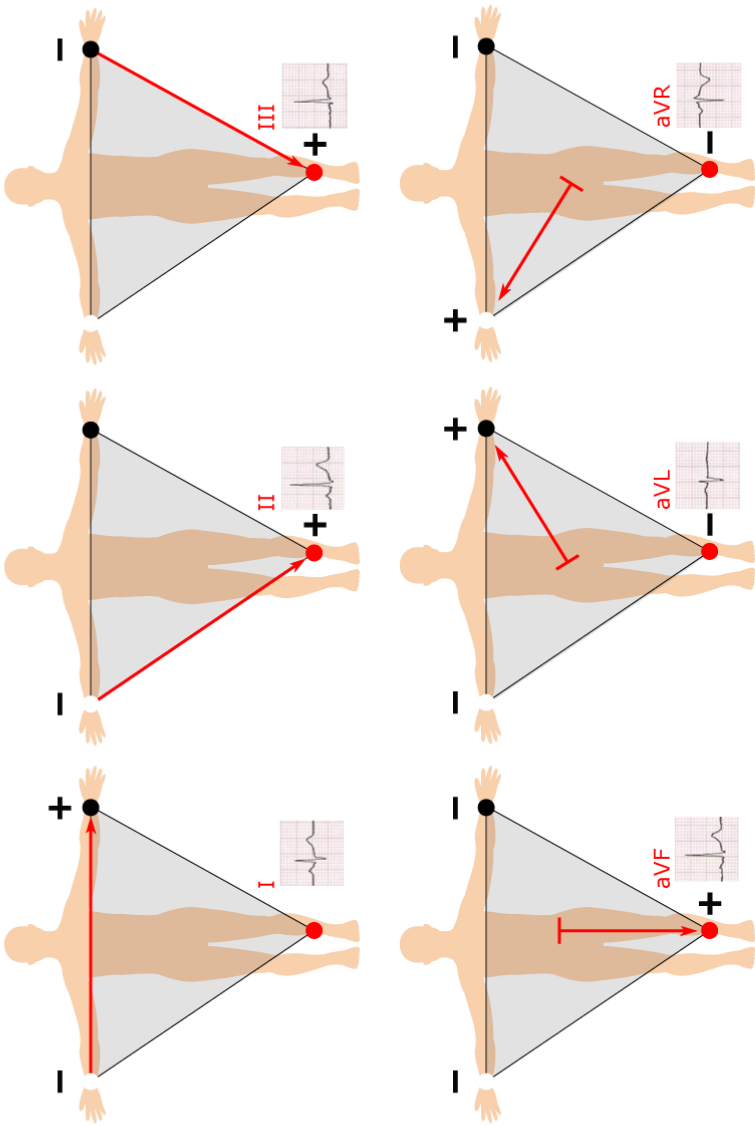
हृदयालेख काढण्यासाठी विद्युतग्राहक (Electrodes) अवयव जोडणींची रंगसंगती आणि स्थान विकल्प.

या चार जोडण्यांतून (वस्तुतः तीन) सहा हृदयालेख प्राप्त होतात.

- दोन्ही हातांच्या जोडणीतून मिळणाऱ्या आलेखाला I,
- उजवा हात आणि डावा पाय यांच्या जोडणीतुन मिळणाऱ्या आलेखाला II
- डावा हात आणि डावा पाय यांच्या जोडणीतुन मिळणाऱ्या आलेखाला III अशा संकेताने संबोधले जाते.
- दोन्ही हातांना सामाईक करून डाव्या पायाच्या जोडणीवरून मिळणाऱ्या आलेखाला aVF,
- उजवा हात आणि डावा पाय सामाईक करून डाव्या हाताच्या जोडणीवरून मिळणाऱ्या आलेखाला aVL,
- डावा हात आणि डावा पाय सामाईक करून उजव्या हाताच्या जोडणीवरून मिळणाऱ्या आलेखाला aVR

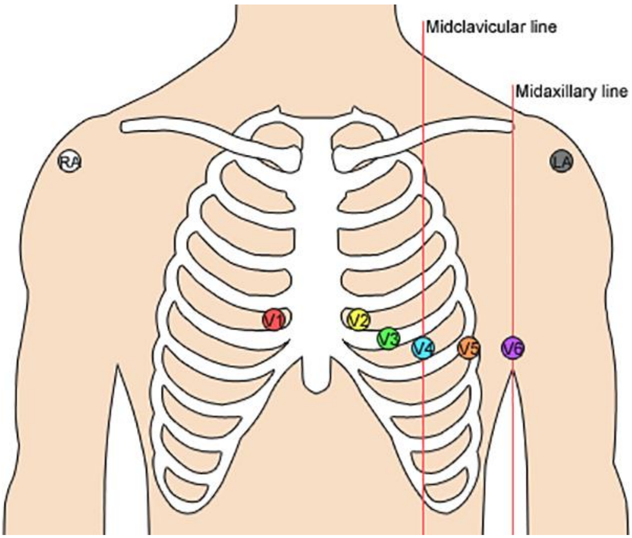
अशा संकेताने संबोधले जाते.

हे सहा आलेख सामान्यपणे (कोणताही विकार नसतांना) कसे दिसतात ते पुढील चित्रात दिसत आहेत.



चार अवयव विद्युतग्राहक (Limb Electrodes) जोडण्या व त्या मधुन प्राप्त होणारे सहा हृदयालेख

चार अवयव जोडण्या व्यतिरिक्त अधिक सहा जोडण्या वापरल्या जातात हे आपण मागील लेखात वाचले आहेच. या सहा जोडण्यांची स्थाने आता आपण पहाणार आहोत. या सहा जोडण्यांसाठी चारी अवयवांच्या जोडण्या एकत्रीत करुन एक सामाईक जोडणी केली जाते. या जोडणीच्या सापेक्ष छातीवर हृदया भोवती सहा ठिकाणी जोडण्या लावल्या जातात. अवयव जोडणींच्या प्रमाणे याही तारांवर विशिष्ट रंगाचे आवरण किंवा रंगीत खुण केलेली असते. पुढील चित्रात आपणास या जोडण्यांचा क्रम, रंग आणि छातीवरील निश्चित स्थाने दिसतील.

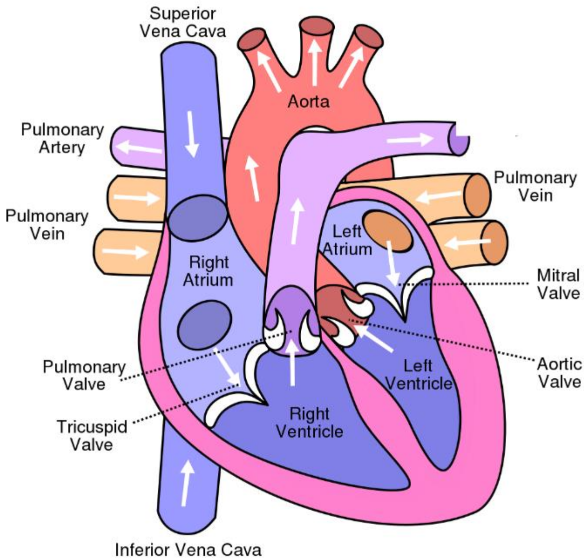


छातीवरील सहा जोडण्यांचे रंग व स्थाने.

या सहा जोडणींतून मिळणाऱ्या सहा आलेखांना त्या जोडणीच्या नावाच्याच संकेताने ओळखले जाते.

अशा प्रकारे दहा जोडण्या शरीरावर लावून हृदयालेख यंत्र चालु करताच यंत्र आपले कार्य करते आणि यंत्रात असलेल्या कागदावर आलेख छापुन येतो. कागदावर हे आलेख I, II, III, aVR, aVL, aVF, V1, V2, V3, V4, V5, V6 या क्रमानेच छापले जातात.

हृदयाचा ताल आणि तोल



हृदयाचे अंतर्गत भाग

वरील चित्रात हृदयाचे अंतर्गत भाग दाखविले आहेत. या चित्रात दाखविलेल्या हृदयाच्या भागांची मराठी भाषेतील नावे खालील प्रमाणे आहेत.

(केवळ माहिती साठी)

Atrium – कर्णिका, Ventricle – जवनिका

Pulmonary Artery – हृदय रोहिणी

Pulmonary Vein – हृदय नीला

Superior Vena Cava – ऊर्ध्व महानीला

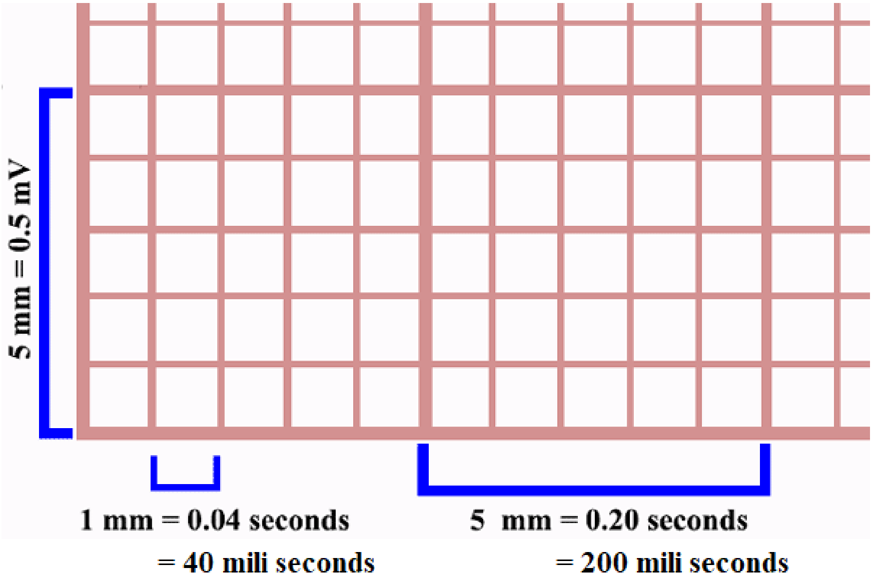
Inferior Vena Cava – अधो महानीला

Arota – महा रोहिणी, Valve – झडप

आपले हृदय सतत एका लयीत / तालात आकुंचन प्रसरण पावत असते. त्यामुळेच रक्ताद्वारे प्राणवायु आणि अन्नरसाचा पुरवठा शरीरभर केला जातो तसेच संपूर्ण शरीराकडून येणारे टाकाऊ घटक योग्य उत्सर्जक अवयवा पर्यंत पोचविले जातात. मनगटावर बोटांनी स्पर्श करून हृदयाच्या या स्पंदनांचा अंदाज घेता येतो, ही स्पंदने मोजता येतात, हे आपणास माहितच आहे. ही स्पंदने बिनचुक पणे मोजणे आणि त्याच्या या तालात कांही सुक्ष्म विकार असेल तर तो ओळखणे या साठी प्रामुख्याने हृदयालेखाचा उपयोग होतो.

हृदयाची स्पंदने अविरत व बिनचुकपणे पार पडावित म्हणून हृदयाच्या स्नायुंमधील एक केंद्रा पासून संपूर्ण हृदयभर विद्युत प्रभार क्रमाक्रमाने आणि विशीष्ठ दिशेने पसरत जातो. विद्युत प्रभार प्रसारणाचा कालावधी, आणि प्रसारणाची दिशा नियंत्रित आणि नियमित असते. हा कालावधी बदलला किंवा अनियमित झाला की ताल बिघडतो. प्रसारणाची दिशा बदलली किंवा अनियमित झाली की तोल बिघडतो. हृदयाचा ताल आणि तोल समजून घेण्या साठी आपणास विकार-रहीत हृदयालेखाचे निरीक्षण-परिक्षण करणे गरजेचे आहे. तत्पुर्वी ज्या

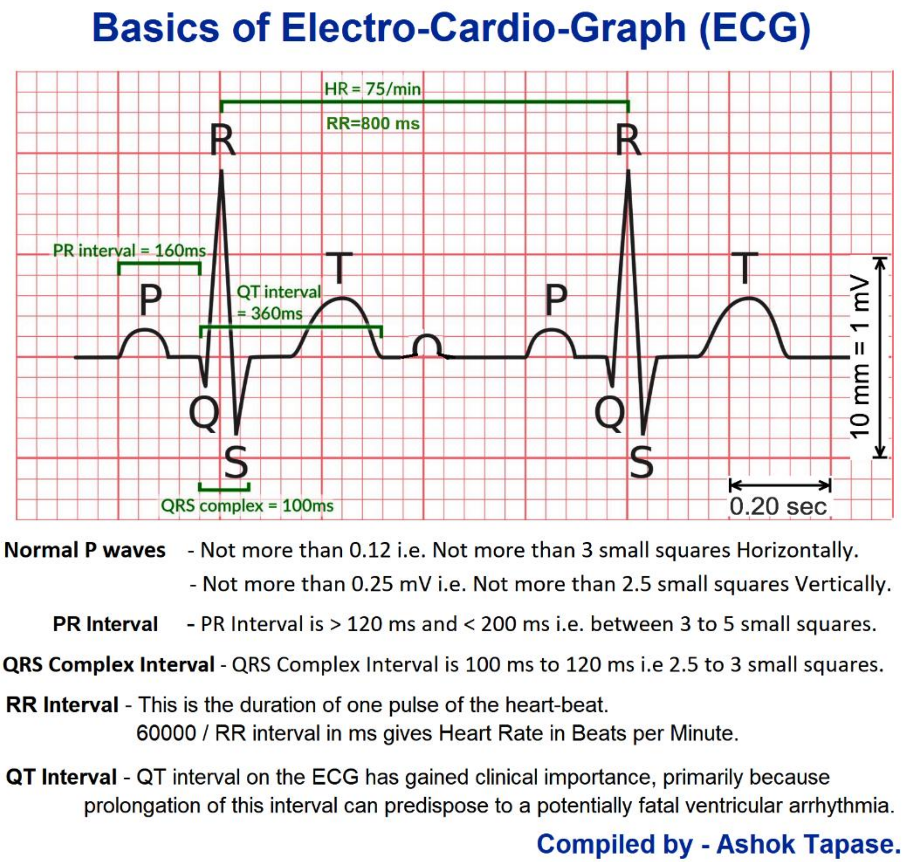
कागदावर हृदयालेख काढला जातो त्या कागदाचे मापन समजून घेवु.



हृदयालेखाच्या कागदाचे मोजमाप

हृदयालेखाच्या कागदावर ५×५ अशा लहान चौकटींनी तयार झालेल्या मोठ्या चौकटी आखलेल्या असतात. लहान चौकटी बारीक रेषांनी तर मोठ्या चौकटी जाड रेषांनी आखलेल्या असतात. त्यामुळे यामधील फरक कळून मोज-माप करणे सुलभ होते. उभ्या चौकटींनी विद्युत प्रभार दिसतो तर आडव्या चौकटींनी काल-मापन दिसते. एका उभ्या लहान चौकटीने 0.1 (mV) मिली व्होल्ट दर्शविले जाते तर एका आडव्या चौकटीने 0.04 (S) सेकंद

दर्शविले जाते. या चौकटींवर रेखाटलेल्या एकेका स्पंदन आलेखाचे मोजमाप केवळ चौकटी मोजून केले जाते.



आलेख पत्रावर रेखाटलेली दोन हृदय स्पंदने

हृदयाचे एक स्पंदन PQRST या आलेखाने दिसते. या एक स्पंदनात P तरंग, QRS हा संमिश्र घटक, T हा तरंग, (तर क्वचित U हा तरंग) असतो. वरील चित्रात दोन स्पंदने

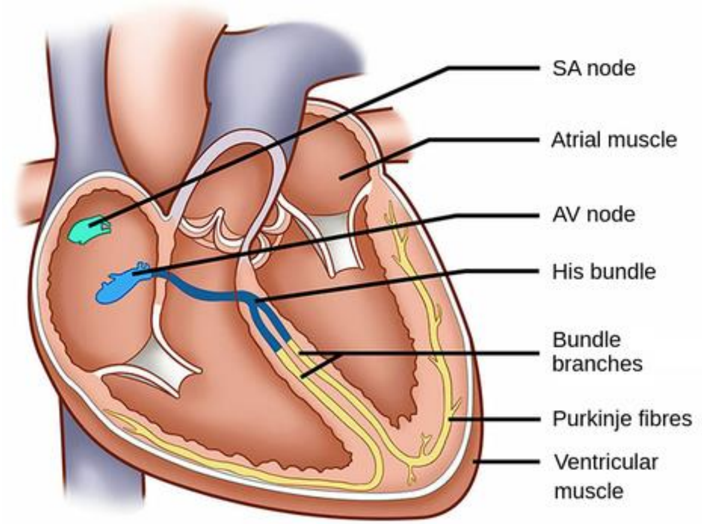
दाखवलेली असून महत्वाची मोजमापे कोणती हे देखील स्पष्ट केले आहे.

<u>विकार रहीत हृदयाच्या स्पंदनाच्या घटकांची मोजमापे</u>

P तरंग – आडव्या तीन चौकटींपेक्षा कमी
उभ्या २.५ चौकटींपेक्षा कमी
PR अवधी – आडव्या ३ ते ५ चौकटी
QRS घटक – आडव्या २.५ ते ३ चौकटी
QT अवधी – आडव्या ९ चौकटींच्या जवळपास
T तरंग अवधी – हा QT अवधीवर अवलंबून असतो
RR अवधी – प्रति मिनिट स्पंदनांच्या वेगानुसार

हृदयालेखातील तरंग P आणि T एका अदृष्य रेषेच्या वर असतात तर QRS घटक या कल्पित रेषेच्या वर खाली विभाजीत झालेला दिसतो. या रेषेला <u>पाया रेषा</u> (Base Line) म्हणता येईल.

हृदयालेखात असलेले विविध तरंग व संमिश्र घटक यांचे हृदय-स्पंदन अवस्थेशी असलेले अनुबंध समजणे महत्वाचे आहे. त्यामुळे हृदयालेख पाहून स्पंदनातील कोणत्या अवस्थेत विकार आहे, म्हणजेच हृदयाच्या कोणत्या घटकात विकार आहे ते समजणे सुलभ होईल.



हृदयातील विद्युत प्रभाराचा उगम आणि मार्ग

हृदयातील विद्युत प्रभार SA Node मधे उगम पावतो पुढे AV Node व हृदयाच्या मधील पडद्या मधुन पुढे जात रहातो. हृदयाच्या पडद्या मधे हा प्रभार His Bundle मधे दुपदरी होतो व पुढे हृदयाच्या खालच्या स्नायूंमधे येताच तो डाव्या आणि उजव्या स्नायूंमधे विभाजीत होतो. विभाजनाच्या स्नायुंना Purkinje Fibres म्हणतात.

विद्युत प्रभार अशा रीतीने मार्गक्रमण करताना हृदयात होणाऱ्या क्रिया आपण पाहू.

SA Node मधे प्रभार तयार होताच त्यातून P तरंग येतो व दोन्ही कर्णिकांचे स्नायु आकुंचन पावतात. पुरेसा दाब निर्माण होताच कर्णिकांमधे असलेले रक्त द्विदल आणि त्रिदल झडपा (Mitral Valve, Tricuspid Valve) उघडून दोन्ही जवनिकांमधे येऊ लागते. तोवर प्रभार हृदयाच्या मधल्या पडद्यामधे येतो व दुपदरी होतो. यावेळी कर्णिका अलगद प्रसरण पावतात. जवनिकांमधील रक्ताचा पुरेसा दबाव तयार होतांना प्रभार Purkinje Fibres मार्फत जवनिकांच्या बाहेरील स्नायुं मधे पसरत जातो. या वेळी प्रभाराचा QRS घटक येतो व या प्रभारा मुळे जवनिका आकुंचन पावतात. Pulmonary Valve उजव्या जवनिकेतील रक्त फुफ्पुसांकडे तर Aortic Valve उघडून डाव्या जवनिकेतील रक्त संपूर्ण शरीराकडे जाते. त्या नंतर निमिषमात्रात प्रभाराचा T तरंग येतो आणि दोन्ही जवनिका अलगद प्रसारण पावतात. पुन्हा निमिषमात्रात ही सर्व क्रिया पहिल्या पासुन P तरंगाने सुरू होते. अशा रीतीने आपले हृदय नियमित व निरंतर स्पंदन पावत रहाते. विकार रहीत हृदय एका मिनिटात ६० ते १०० वेळा स्पंदन पावते. हृदयलेखावरील R हा बिंदु निश्चित दिसतो. दोन स्पंदना मधील R बिंदुंमधील अंतर एका स्पंदनाचा अवधी दाखवते. या साठी दोन ऐवजी तीन अथवा अधिक स्पंदने

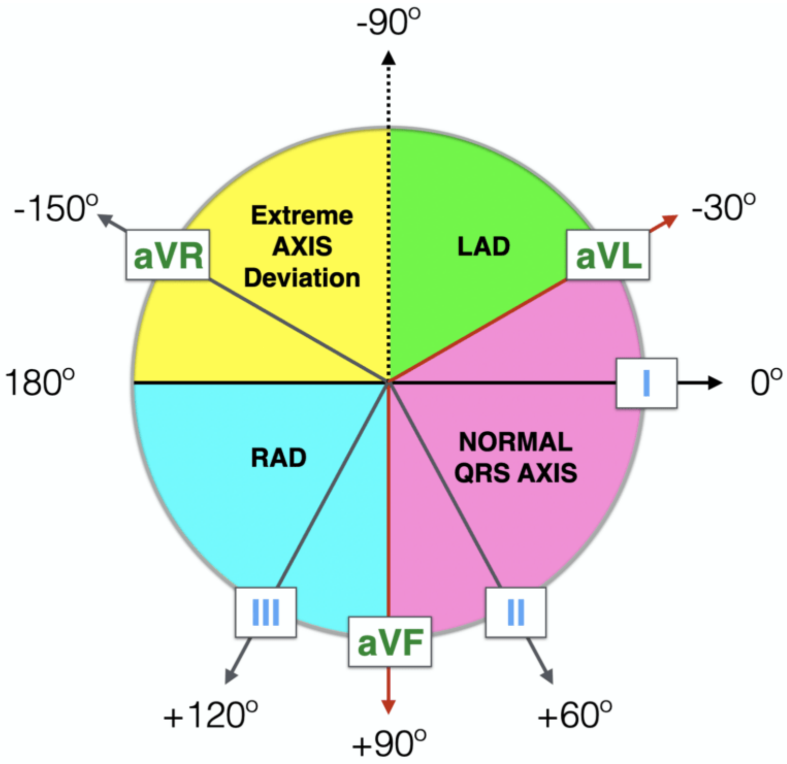
विचारात घेवून सरासरी काढली जाते. विकार रहीत हृदयात दोन R बिंदु मधील अंतर सर्व ठिकाणी सारखे असते. म्हणजे हृदय तालात स्पंदन पावते. पण असे नसल्यास RR बिंदुंमधील अंतराची सरासरी काढणे आवश्यकच असते. एका मिनिटात होणारी एकूण स्पंदने म्हणजे हृदयाचा स्पंदन दर किंवा स्पंदन गती (Pulse Rate) होतो.

केवळ योग्य स्पंदन दर असण्याने हृदय विकार रहीत आहे असे नसते. कोणत्याही दोन स्पंदनांमधील अवधी त्या वेळीच्या कोणत्याही दोन स्पंदनातील अवधी इतकाच असणे नितांत गरजेचे असते. त्यासाठी हृदयालेखातील एक आलेख अधिक कालावधी साठी काढलेला आढळतो. (सामान्यतः II म्हणजे उजव्या हाताच्या संदर्भाने काढलेला डाव्या पायावरील जोडणीवर मिळणारा आलेख) दोन स्पंदनांमधील अवधी जेंव्हा बदललेला असतो तेंव्हा हा बदल नियमित आहे की अनियमित आहे याचे निरीक्षण केले जाते. स्पंदन अवधीचे असे नियमित बदलणे श्वसनामुळे होऊ शकते, (श्वसनगती देखील स्पंदनगती प्रमाणेच निश्चित असते) कारण हृदय आणि फुफ्फुसे एकमेकांना बिलगुन असतात व त्यांच्यातील विकारांचा एकमेकांवर परिणाम होणे स्वाभाविक असते. मात्र दोन

स्पंदनातील अवधी मधील बदल अनियमित होत असेल तर त्याचे कारण अन्यत्र असु शकते. अशा प्रकारे हृदयाच्या तालातील विकार ओळखणे व त्याचे कारण शोधणे कठीण कार्य असून ते आपल्या या अभ्यास कक्षेच्या बाहेरचे आहे.

हृदयालेख काढण्यासाठी विद्युतग्राहक जोडण्या निश्चित स्थानी लावलेल्या असतात. त्यामुळे विकार रहीत हृदयात विद्युत प्रभाराचे मार्गक्रमण निश्चित मार्गाने होत असताना मिळणारा हृदयालेख निश्चित स्वरुपाचा असतो. हृदयात विद्युत प्रभाराच्या मार्गक्रमणात विकारी बदल झाल्यास हृदयालेखाचा आकार बदलतो. विशेषतः QRS घटकाची दिशा (वर / खाली तसेच कमी / जास्त उंची) बदललेली पहाण्यास मिळते. आपण वरील भागात हे पाहिलेच आहे की QRS घटकाचा संबंध जवनिकांच्या आकुंचनाशी आहे. म्हणजे QRS घटकातील बदला मुळे जवनिकांच्या स्नायूंची डाव्या-उजव्या बाजूंची स्थिती कळते. यात कोणत्याही प्रकारचा विकार निर्माण झाल्यास हृदयाचा <u>तोल</u> विचलित झाला आहे असे समजले जाते. वेगळ्या शब्दात सांगायचे झाल्यास विद्युत प्रभार मार्गक्रमणाचा अक्ष विचलीत झाला आहे असे समजते.

हृदयाचे विचलन ओळखण्या साठी चार अवयव विद्युतग्राहकां कडून मिळणाऱ्या I, II, III, aVR, aVL व aVF या आलेखांपैकी I, II, आणि aVF हे आलेख विचारात घेतले जातात. स्थुल मानाने केवळ I आणि aVF वरुनही अक्ष सांगता येवु शकतो. हृदयाची ही चार प्रकारची विचलने पुढील चित्रात दिसत आहेत.



हृदय अक्षाचे विचलन

हृदय अक्षाच्या विचलनाचे स्थुल मानाने निदान करण्यासाठी I आणि aVF आलेखात QRS घटक <u>पाया रेषे</u>च्या कोणत्या बाजूस (वर किंवा खाली) अधिक आहे हे पहावे लागेल. या नंतर खालील ही दिशा पुढील तक्त्याशी ताडून हे स्थुल निदान मांडता येईल.

(I) दिशा	(aVF) दिशा	हृदय अक्ष विचलन	Deviation
वर	वर	विकार रहीत	Normal
वर	खाली	डावे विचलन	Left
खाली	वर	उजवे विचलन	Right
खाली	खाली	दुरापास्त अक्ष	Extreme

Normal Axis = विकार रहीत अक्ष

LAD = Left Axis Deviation = अक्षाचे डावे विचलन

RAD = Right Axis Deviation = अक्षाचे उजवे विचलन

Extreme Axis = दुरापास्त अक्ष

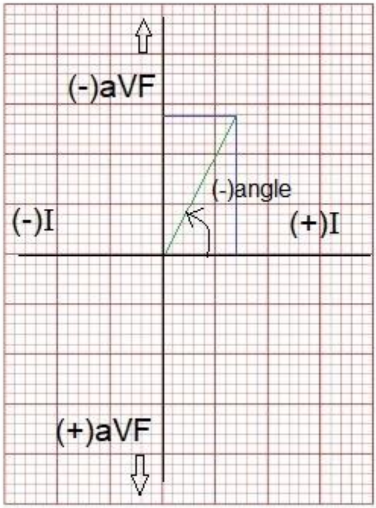
हृदय अक्षाचे असे स्थूल निदान केल्यानंतर हृदय अक्षाचे सूक्ष्म विचलन देखील काढता येते. अनेक स्वयंचलित हृदयालेख यंत्र असे विचलन गणिती प्रक्रियेने काढून आलेख पत्रावर छापून देतात. आपले हृदयालेख यंत्र अशा क्षमतेचे नसेल तर अशी गणिती प्रक्रिया आपणास देखील

करता येते. त्यासाठी आपल्याकडे साधे वैज्ञानिक गणकयंत्र (Scientific Calculator) असायला हवे. आजकालच्या अनेक मोबाइल मधे ते उपजतच उपलब्ध असते.

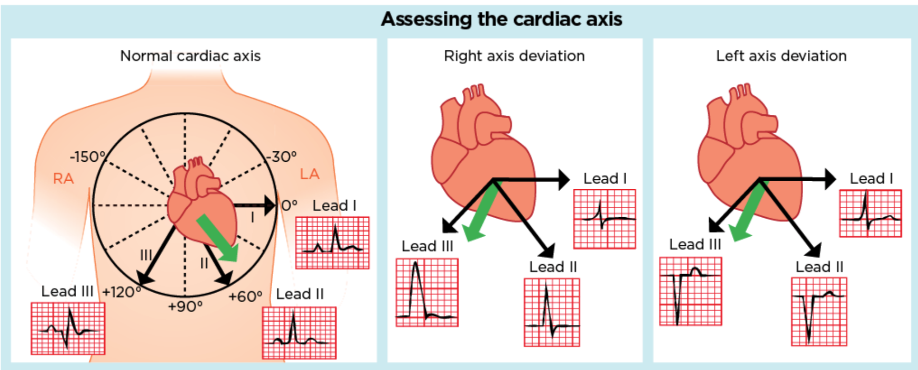
या साठी I आणि aVF आलेखांचे सुक्ष्म मोजमाप करावे लागेल. प्रथम I आलेखावरील QRS घटक पाया रेषेच्या वर किती व खाली किती ते पहायचे. वरचे मोजमाप वजा (-) खालचे मोजमाप = परिणामी मोजमाप. असेच परिणामी मोजमाप aVF आलेखावरूनही घ्यावे.

$Tan^{(-1)}$ (aVF परिणामी QRS) / (I परिणामी QRS)

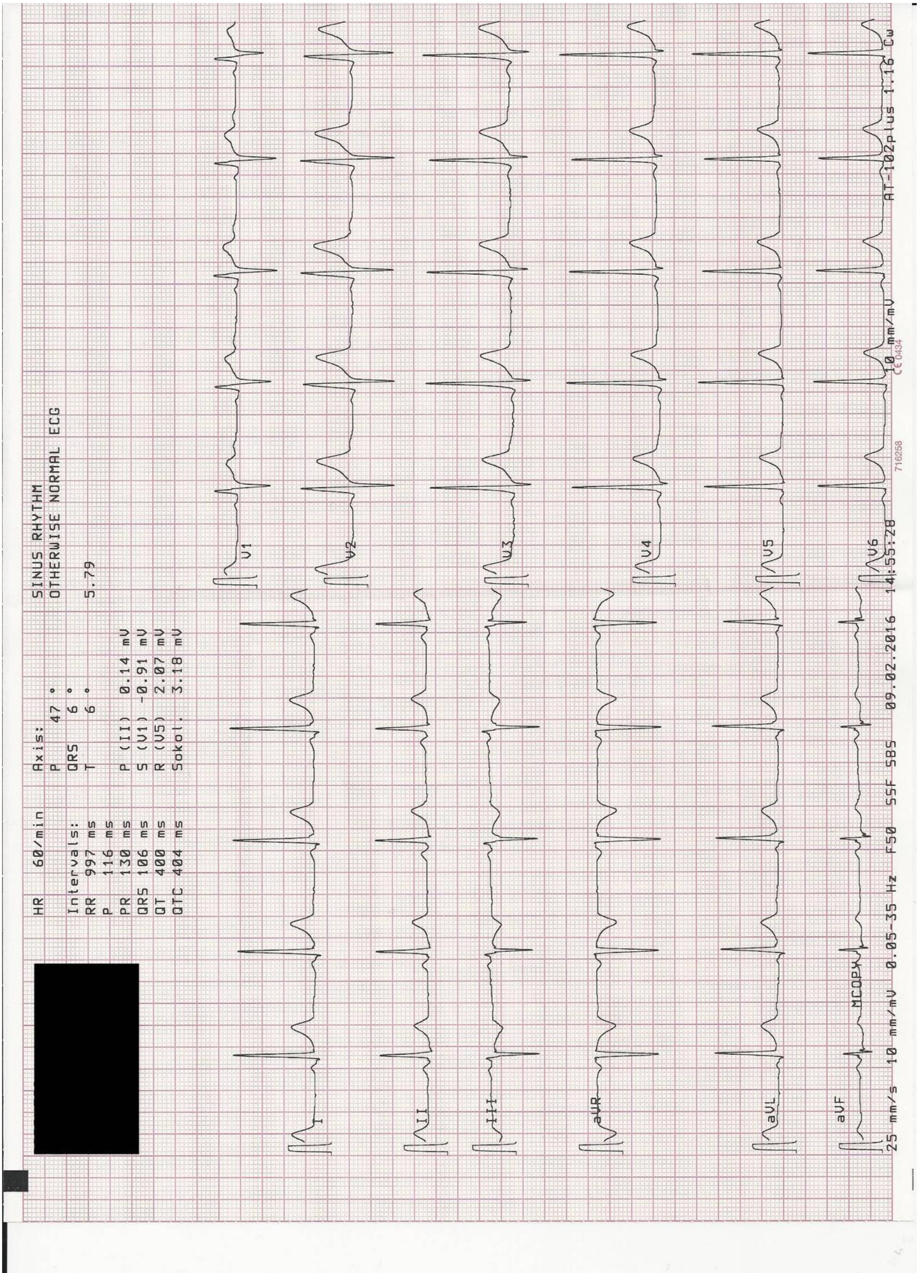
या सुत्राने येणारी संख्या अक्षाचे विचलन किती अंशात झाले आहे ते दर्शविते. हे आपणास सामान्य त्रिकोणमिती सारखे वाटत असले तरी यात एक महत्वाचा फरक आहे. त्रिकोणमितीत X,Y अक्षांच्या आणि कोनांच्या दिशा इथे वेगळ्या आहेत. खालील चित्रातून हे अधिक स्पष्ट होईल.



विचलनाचे सुक्ष्म मोजमाप करणारी ही पद्धत ...
Dr. Gerard Fennessy, Austin Hospital, Melbourne
यांनी सुचविलेली आहे.



हृदय अक्षाचे विचलन आणि आलेखात दिसणारा बदल



एक विकार रहीत हृदयालेख

विद्युत् हृदय लेखांतून समजणारे विकार (निदान)

- हृदयाचे आकारमान वाढणे
- जन्मतः असलेले हृदयातील विकार
- हृदय स्पंदन वेगातील बदल (जलद स्पंदने, मंद स्पंदने) (Arrhythmia, Tachycardia, Bradycardia)
- हृदय स्नायुंना पुरवठा करणाऱ्या रोहिणीत अडथळा (Blockage of Artery) (Coronary Occlusion)
- हृदय स्नायुला कमी रक्त पुरवठा
- हृदयाच्या स्थान-स्थितीत बदल
- हृदयाच्या स्नायूंची सूज (Pericarditis, Myocarditis)
- हृदय स्पंदने कुंठित होणे (Cardiac Arrest)
- हृदय स्नायु मधील विद्युत संचलनातील अडथळे
- विद्युतभार निर्माण करणाऱ्या रक्तातील रसायन घटकांचे प्रमाण बिघडणे (Electrolyte Imbalance)
- पूर्वी येवून गेलेले हृदयाचे झटके

ही केवळ माहिती पुरती यादी आहे.

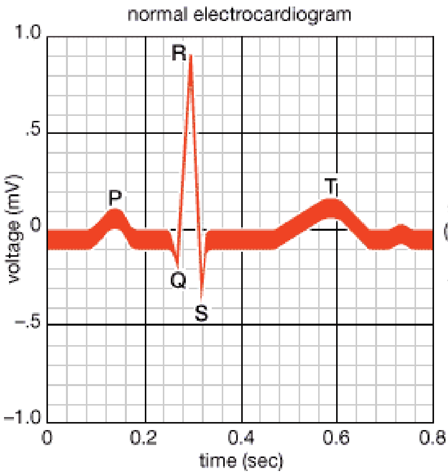
पारिभाषिक शब्द शोध

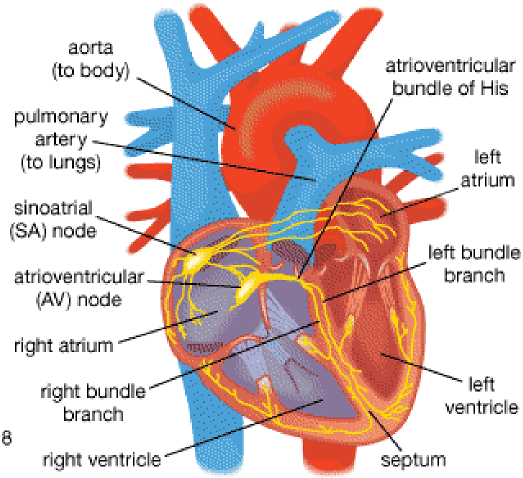
मराठी	**English**	**p. no**
विद्युतग्राहक	Electrodes	14
अवयव विद्युतग्राहक	Limb Electrodes	17
हृदयाचा ताल	Heart Rhythm	20
हृदयाचा तोल	Heart Axis	20
कर्णिका	Atrium	20
जवनिका	Ventricle	20
हृदय रोहिणी	Pulmonary Artery	20
हृदय नीला	Pulmonary Vein	20
ऊर्ध्व महानीला	Superior Vena Cava	20
अधो महानीला	Inferior Vena Cava	20
महा रोहिणी	Arota	20
झडप	Valve	20
हृदय स्पंदन	Heart Beat	23
संमिश्र	Complex	23
पाया रेषा	Base Line	24
प्रभार	Charge	25
त्रिदल झडप	Tricuspid Valve	26
द्विदल	Mitral Valve	26
विकार रहीत	Normal	27

स्पंदनगती	Pulse Rate	27
विचलन	Deviation	28
जलद हृदय स्पंदन	Tachycardia	34
मंद हृदय स्पंदन	Bradycardia	34
हृदय आवरणाची सुज	Pericarditis	34
हृदय स्नायुंची सुज	Myocarditis	34
क्षणिक स्पंदन विराम	Cardiac Arrest	34

विद्युत् हृदयालेख या विषयी इतके विवेचन सामान्यपणे समजण्यासाठी पुरेसे आहे. तरी ही माहिती म्हणजे हृदयालेखाची इत्यंभूत माहिती आहे असे मात्र कोणीही समजू नये. याहून अधिक व सखोल माहिती या वाचना नंतर या विषया वरील अन्य मोठी पुस्तके वाचून मिळवता येईल. अशी इच्छा होणे हेच या पुस्तकाचे सुयश होय.

आपणास हे विवेचन वाचुन काय वाटले ?
आवडले ? नाही आवडले ?
सोपे वाटले ? क्लिष्ट वाटले ?
... किंवा जे कांही जाणवले तो आपला अभिप्राय आपण
निःसंकोच पणे, निर्भीड पणे मला सांगा.
या पुर्वी असे कांही मराठीत वाचले असेल तर तेही सांगा.
Whatsapp, eMail किंवा Facebook यापैकी
कोणत्याही माध्यमातून सांगा.
मी आपला अभिप्राय जाणण्यास उत्सुक आहे.
धन्यवाद.
- अशोक तपासे


normal electrocardiogram
1.0
.5
0
-.5
-1.0
voltage (mV)
P
Q
R
S
T
0
0.2
0.4
0.6
0.8
time (sec)


aorta
(to body)
pulmonary
artery
(to lungs)
sinoatrial
(SA) node
atrioventricular
(AV) node
right atrium
right bundle
branch
right ventricle
atrioventricular
bundle of His
left
atrium
left bundle
branch
left
ventricle
septum