

ANALIZA ȘI INTERPRETAREA TRASEULUI ECG

Pentru unde se analizează următorii parametri: morfologia, durata, amplitudinea, sensul, axul electric, iar pentru segmente și intervale, durata.

■ UNDA P

- **Semnificație:** depolarizarea atrială;
- **Morfologie:** undă simetrică, rotunjită, uneori cu o mică incizură la vârf;
- **Durată:** 0,08-0,11 secunde;
- **Amplitudine:** 0,05 mV-0,25 mV;
- **Sens:** undă pozitivă în derivațiile planului frontal, cu excepția derivației aVR unde este obligatoriu negativă; în plan orizontal este pozitivă sau difazică în V1 și pozitivă de la V2 la V6;
- **Ax electric ($\hat{A}_P$):** variază între $+30^\circ$, $+75^\circ$.

Durata și amplitudinea undei P se apreciază de obicei în DII și precordialele drepte.

Axul electric: În timpul activității cordului iau naștere o infinitate de dipoli electrici, orientarea lor în spațiu putând fi reprezentată prin vectori. Rezultanta acestor vectori, constituie axul electric mediu. Există un ax electric mediu al activării atriale, al activării ventriculare și al repolarizării ventriculare. Axul electric, ca vector rezultat al depolarizării sau repolarizării, formează un unghi cu linia derivației DI. Acesta este unghiul axului electric ($\hat{A}_P$, $\hat{A}_{qRs}$, $\hat{A}_T$).

$\hat{A}_P$ = valoarea unghiului format de proiecția VMR (vectorului mediu rezultat) al depolarizării atriale în plan frontal, cu axa $0 \rightarrow 180^\circ$ (DI).

În patologie:

- unda P ascuțită, amplă, amplitudine $> 0,25$ mV, în hipertrofia de atriu drept (HAD) ("P pulmonar");
- unda P bifidă, cu durată $> 0,11$ sec., în hipertrofia de atriu stâng (HAS) ("P mitral");
- undă difazică în V₁, V₂ (HAD, HAS);
- modificare inconstantă a amplitudinii, duratei, morfologiei sau/și a sensului, urmată de o pauză compensatorie (diastola prelungită) în contracțiile premature atriale – extrasistole atriale sau nodale, datorate existenței unui focar ectopic atrial sau în nodulul atrio-ventricular;
- unda P poate fi absentă datorită:
 - înlocuirii cu unde f sau F, în fibrilația atrială și flutter-ul atrial;
 - generării ritmului în porțiunea medio-nodală a nodulului atrio-ventricular = ritm medionodal.

■ SEGMENTUL Pq sau PR

- **Semnificație:** conducerea atrio-ventriculară; ține de la sfârșitul undei P până la începutul complexului qRs;
- **Durată:** 0,04-0,10 secunde;
- alături de unda P, formează intervalul Pq sau PR = ATRIOGRAMA.

Modificări fiziologice ale segmentului Pq-alungirea duratei:

- la vagotonici, sportivi (datorită bradicardiei), vârstnici.

În patologie:

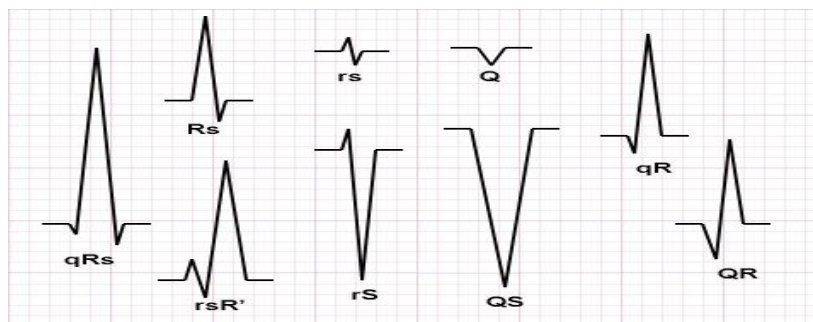
- scurtarea duratei = by-pass: fasciculul Palladino-Kent determină apariția sindromului Wolff - Parkinson-White-WPW (by-pass atrio-ventricular); fasciculul James duce la apariția sindromului Lown-Ganong-Levine-LGL (by-pass atrionodal); fasciculul Mahaim (by-pass Purkinje);
- alungirea duratei = blocurile atrio-ventriculare (BAV): grad I, II și III.

■ COMPLEXUL qRs

- **Semnificație: depolarizarea ventriculară.** Undele au semnificație diferită, în funcție de planul frontal sau orizontal;

- **Morfologie:**

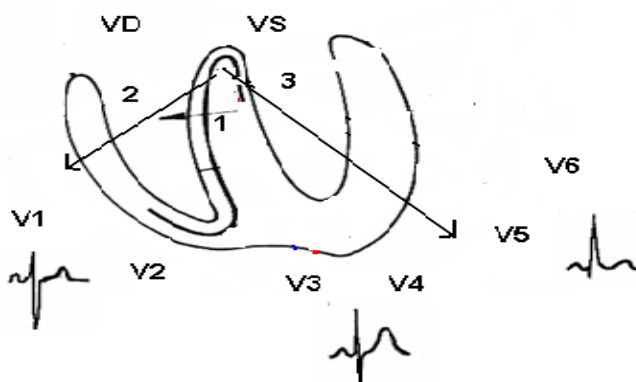
- complexul qRs este format din mai multe unde pozitive sau negative;
- se folosesc litere mari pentru undele peste 3 mm și litere mici pentru cele sub această dimensiune, dar și comparativ unele cu celelalte;
- prima undă pozitivă se notează cu R, următoarele cu R', R'';
- dacă între 2 unde R nu este depășită linia izoelectrică aspectul este de R bifid, crestă;
- unda negativă care precede unda R se notează q, cea negativă ce urmează undei R se notează s;
- dacă nu există nici o undă R, complexul se notează QS;
- în derivațiile precordiale aspectul este de rS în V1, V2, cu o creștere progresivă a undei r și scădere progresivă a undei S, de tip RS în V3, V4 și de tip Rs în V5 și V6.



Morfologii ale complexului qRs

Reguli de înscriere a undelor în funcție de poziția vectorilor față de electrodul explorator:

- când un vector de depolarizare “vine” către electrod, acesta va înscrie o undă pozitivă (privește fața pozitivă, încă nedepolarizată);
- când un vector de depolarizare are direcție opusă (“fuge” de electrodul explorator) se va înregistra o undă negativă. În fapt, electrodul explorator privește acum fața depolarizată, negativă a miocardului.



Înregistrarea complexelor epicardice în derivațiile planului orizontal

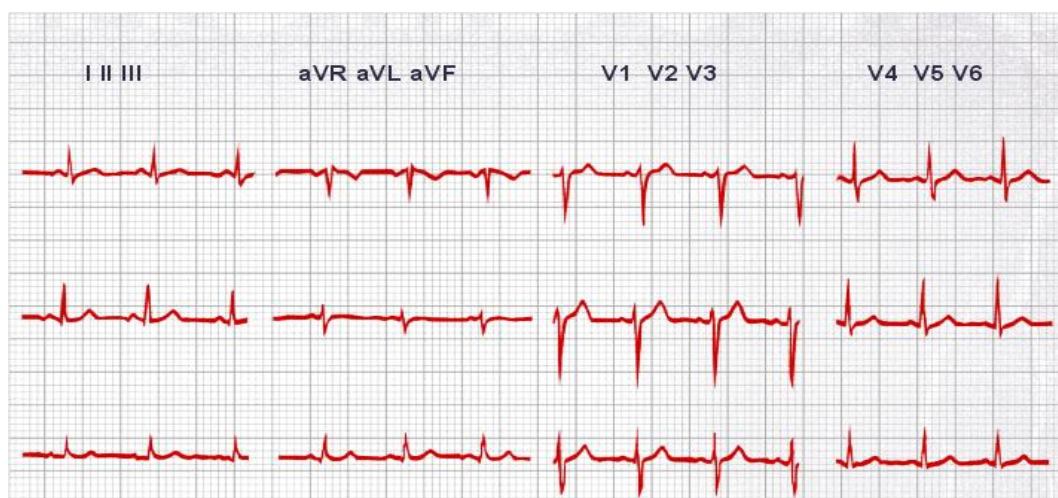
- *Electrozii plasați în V1 și V2 vor înregistra un complex epicardic drept, în care:*
 - *r este dat de depolarizarea septului și a VD (vectorii 1 și 2). Ambii vectori se îndreaptă către electrodul explorator și au mărimi mici. Vor înscris o undă mică și pozitivă = r;*
 - *S este dat de depolarizarea VS (vector 3). Cei 2 electrozi “privesc” și ei VS, dar vectorul de depolarizare “fuge” de electrodul explorator. Unda S este mai mare pentru că VS dezvoltă forțe mai mari, deci vectori mai mari, comparativ cu VD.*
- *Electrozii plasați în V5 și V6 vor înregistra un complex epicardic stâng, în care:*
 - *q este dat de depolarizarea septală. Vectorul mic (1) al depolarizării septale “fuge” de V5 și V6; se va înscris o undă de amplitudine mică și negativă;*
 - *R este dat de depolarizarea VS (vector 3). Acest vector mare “vine”, se îndreaptă către electrodul explorator, deci va înscris o undă amplă și pozitivă;*
 - *s este dat de depolarizarea VD. Vectorul acestuia (2) este mic și fuge de electrodul explorator, deci va înscris o undă de amplitudine mică și negativă.*

În derivațiile planului frontal, depolarizarea ventriculară este reprezentată de complexul qRs, în care:

- *unda q reprezintă depolarizarea septului*
- *unda R reprezintă depolarizarea vârfului ventriculilor*
- *unda s reprezintă depolarizarea marginilor laterale și baza ventriculilor.*

În derivațiile planului orizontal, semnificația și morfologia undelor complexului qRs este determinată de sensul vectorilor de depolarizare (septal, al ventriculului drept și stâng), de mărimea lor și de poziția electrodului explorator față de direcția vectorului respectiv.

- În V1, V2 se înregistrează **complex de tip epicardic drept: rS** ($r/S < 1$) în care:
 - *unda r este dată de depolarizarea septului și a ventriculului drept (VD)*
 - *unda S este dată de depolarizarea ventriculului stâng (VS).*
- În V3, V4 se înregistrează zona de tranziție, cu complex **echidifazic** de tip **RS** ($R/S = 1$).
- În V5, V6 se înregistrează **complex de tip epicardic stâng: qR, Rs sau qRs** ($R/s > 2$), în care:
 - *unda q este dată de depolarizarea septului*
 - *unda R este dată de depolarizarea ventriculului stâng*
 - *unda s este dată de depolarizarea bazei ventriculului drept și conul arterei pulmonare.*



Morfologia qRs în plan frontal și orizontal (complexele epicardice)

În patologie:

- apariția undelor R în V1, V2 și a undelor S în V5, V6 prin creșterea masei musculare a VD (HVD – hipertrofie de ventricul drept);
- creșterea amplitudinii undelor S în V1, V2 și a undelor R în V5, V6, cu indicele Lyon-Sokolov peste 35 mm la persoanele peste 20 de ani, prin creșterea masei musculare a VS (HVS – hipertrofie de ventricul stâng);
- morfologie modificată: RR' în V5 și V6; S adânc și larg în V1, V2 în blocul de ramură stâng-BRS; aspect de tip: RR' în V1 și V2 în blocul de ramură drept-BRD; în aceste cazuri se depolarizează mai întâi ventriculul integru și apoi, din aproape în aproape, cel cu ramul blocat;
- apariția prematură față de ritmul de bază a unui complex qRs anormal ca formă și durată, în caz de focare ectopice ventriculare – extrasistole ventriculare.

- **Durată: 0,06–0,10 sec.**

În patologie, durata qRs > 0,10 sec. semnifică o conducere intraventriculară încetinită, lentă. Apare în special în blocurile de ramură, în hipertrofiile ventriculare, la complexe provenite din focare ectopice ventriculare (extrasistolele ventriculare) și prin prezența undei delta în sindromul WPW și fasciculul Mahaim.

• **Amplitudine: 10–20 mm în derivațiile standard și până la 30 mm în derivațiile precordiale.** Se pot calcula doi indici de amplitudine:

Indicele White-Bock: (-14 până la +18 mm) (amplitudinea undelor pozitive și negative în plan frontal, în derivațiile standard DI și DIII), după formula:

$$[(+)DI + (-)DIII] - [(-)DI + (+)DIII]$$

În patologie:

- peste (+18 mm) - hipertrofie de ventricul stâng;
- sub (-14 mm) - hipertrofie de ventricul drept.

Indicele Lyon-Sokolov: amplitudinea undei S din V1 sau V2 (unde este mai amplă) + amplitudinea undei R din V5 sau V6 (unde este mai amplă), în mm. Valori normale: până la 35 mm la persoane peste 20 ani și până la 45 mm la persoane sub 20 ani.

În patologie:

- peste 35 mm (la persoanele peste 20 de ani) - hipertrofie de ventricul stâng.

• **Timpul de activare ventricular VAT (deflexiunea intrisecoidă)** - timpul în care stimulul parcurge miocardul, de la endocard la epicard. Valori normale: în V1,V2 = 0,02-0,03 sec.; în V5,V6 = 0,03-0,04 sec.

VAT - reprezintă intervalul de timp între începutul depolarizării ventriculare și momentul în care unda de excitație ajunge la epicard, cel mai aproape de electrodul explorator = intervalul de timp între începutul complexului qRs și momentul înregistrării vârfului ultimei deflexiuni (unde) pozitive din complexul qRs.

În patologie:

- crește durata VAT în blocurile majore de ramură (când crește durata qRs)

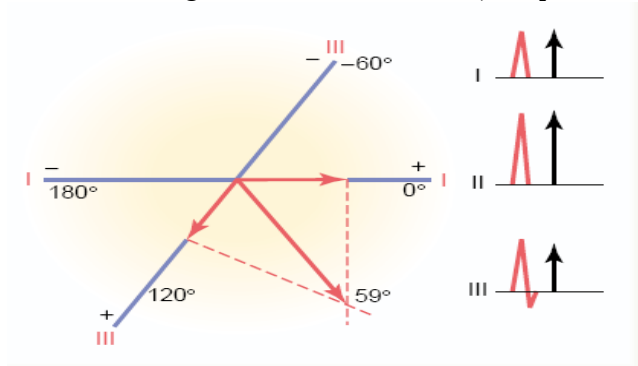
- **ÂqRs se situează între (+30° și +60°), cu limite între (-30° și +110°).**

Calculul ÂqRS:

1. **Metoda sistemului hexaxial** în care reprezentăm liniile derivațiilor planului frontal în cerc. Se face suma algebrică a undelor complexului qRS în DI și DIII sau în aVL și aVF, apoi aceste mărimi se proiectează pe partea pozitivă sau negativă a celor 2 derivații, sub formă de vectori. Din vârful acestora se duc perpendiculare pe derivație. Punctul de intersecție al celor două perpendiculare se unește cu centrul cercului, se trasează raza corespunzătoare, măsurându-se

ulterior unghiul obținut, făcut cu orizontala, cu DI, care dă înclinația axei electrice a complexului qRs, deci axul electric al inimii.

Exemplu: în DI avem complex de tip R (amplitudine 5 mm), în DIII de tip Rs (R = 6 mm, s = -1,5 mm, deci suma algebrică este de 4,5 mm). $\hat{A}qRs$ este în jur de 59° .

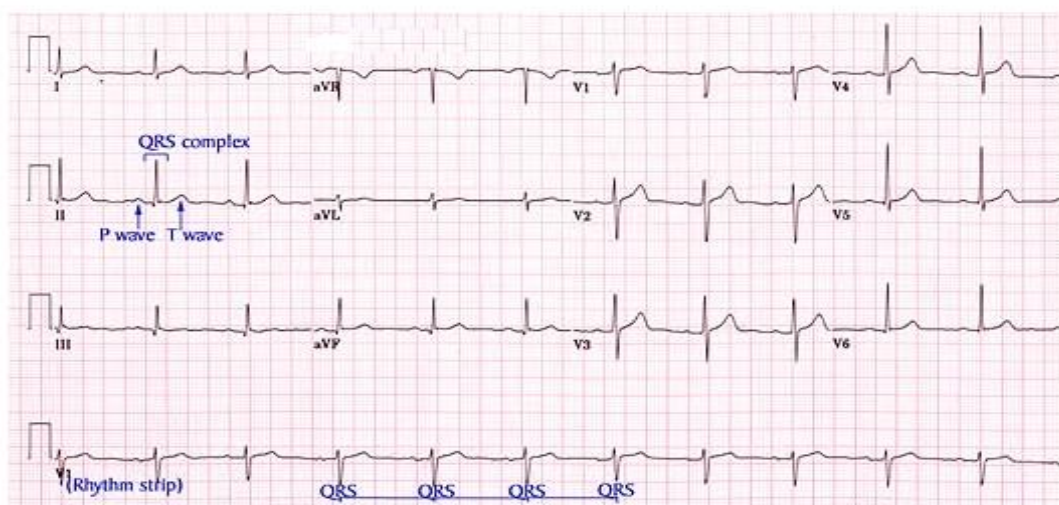


Calculul $\hat{A}qRs$: alte metode

2. În sistemul hexaxial există **perechi de derivații perpendiculare, astfel: DI pe aVF; DII pe aVL și DIII pe aVR**. Analizând ECG în derivațiile planului frontal, **căutăm acea derivație unde găsim qRs echidifazic**. În această situație, $\hat{A}qRs$ este perpendicular pe această derivație și ne uităm la forma complexului în aceasta derivație, pozitiv sau negativ; dacă este pozitiv, înseamnă că vectorul se înscrie pe partea pozitivă a acelei derivații, dacă este negativ, pe partea negativă a derivației. Explicație: un vector care are o direcție perpendiculară pe o dreaptă (derivație) înscrie, în acea derivație o undă echidifazică.

Exemplu: qRs este echidifazic în aVL, ceea ce înseamnă că $\hat{A}qRs$ este perpendicular pe aVL. În sistemul hexaxial, DII este perpendicular pe aVL, care se află în cadranul de sus la (-120°) și în cel de jos la $(+60^\circ)$. Pentru a stabili sensul corect al $\hat{A}qRs$, vom analiza sensul qRs în DII. Dacă este pozitiv, înseamnă că vectorul se proiectează pe partea pozitivă a derivației DII, deci în semicercul de jos la $(+60^\circ)$, $\hat{A}qRs =$ aproximativ $(+60^\circ)$; dacă este negativ, vectorul se proiectează pe partea negativă a derivației DII, deci în semicercul de sus la (-120°) , $\hat{A}qRs =$ aproximativ (-120°) .

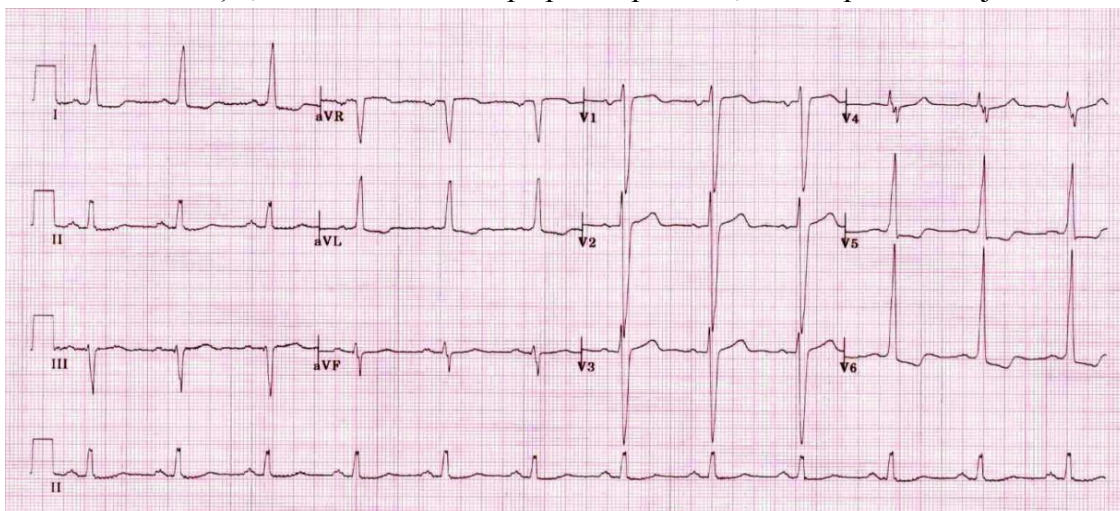
În graficul de mai jos, în aVL complexul este echidifazic, în DII sensul qRs este pozitiv, deci $\hat{A}qRs$ este în jur de 60° .



3. **Dacă nu există complex echidifazic, căutăm cea mai amplă undă pozitivă sau negativă în plan frontal și axul electric va fi paralel cu acea derivație.** În acea derivație, vectorul depolarizării ventriculare este sau tinde să fie paralel cu acea derivație (explicație: un vector paralel la o dreaptă, are o proiecție maximă pe acea dreaptă). Ne uităm la sensul complexului (pozitiv sau negativ) în derivația respectivă. Dacă este pozitiv, înseamnă că vectorul se înscrie pe partea pozitivă a acelei derivații, dacă este negativ, se înscrie pe partea negativă a derivației.

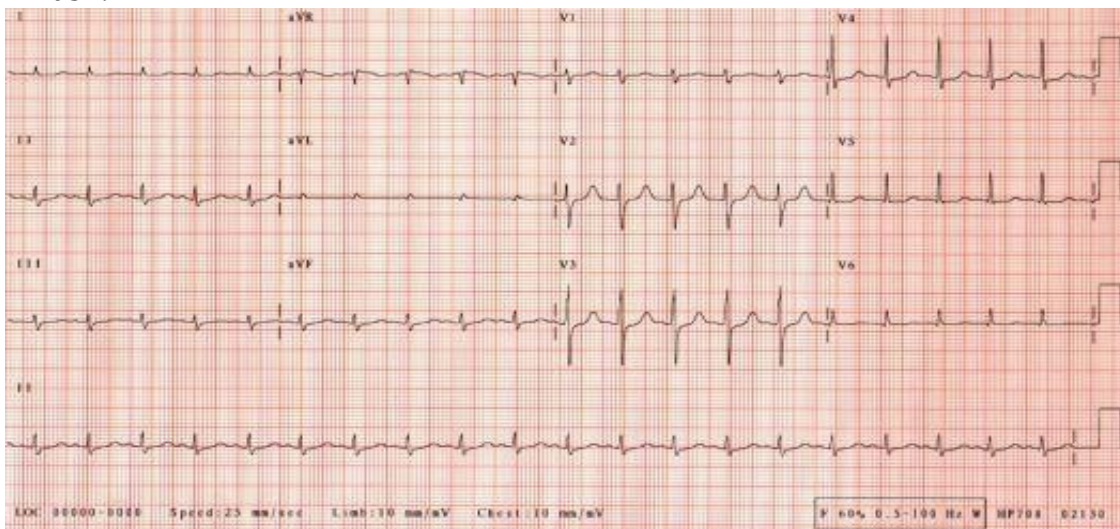
Exemplu: nu există complex echidifazic în plan frontal, iar în derivația DI este cea mai amplă undă pozitivă, axul va fi paralel cu DI (0° , $\pm 180^{\circ}$), vectorul se va înscrie pe partea pozitivă a derivației, deci $\hat{A}qRs$ este în jur de (0°). Dacă în derivația DI ar fi fost cea mai amplă undă negativă, vectorul se va înscrie pe partea negativă a derivației, deci $\hat{A}qRs$ este în jur de ($\pm 180^{\circ}$).

În graficul de mai jos, în plan frontal, nu există complex echidifazic, cea mai amplă undă pozitivă/negativă este unda R în DI, axul electric va fi paralel cu DI; complexul având sens pozitiv în această derivație, vectorul se înscrie pe partea pozitivă, deci $\hat{A}qRs$ este în jur de 0° .



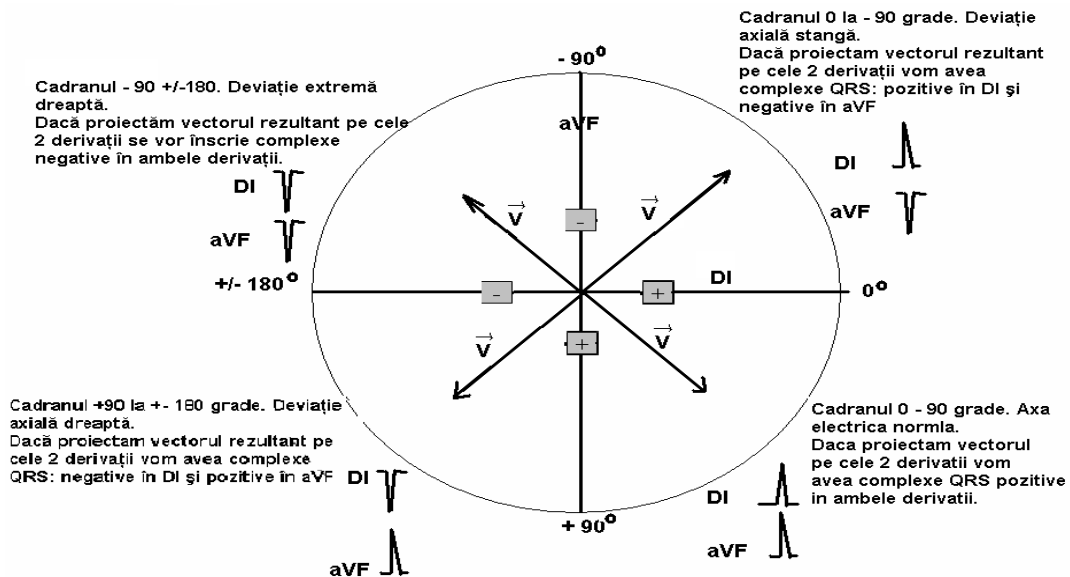
4. **Dacă qRS este echidifazic în mai mult de două din derivațiile planului frontal, $\hat{A}qRs$ este nedeterminabil,** deoarece este perpendicular pe planul frontal.

În graficul de mai jos, complexul este echidifazic în DII, DIII, aVF, deci $\hat{A}qRs$ este nedeterminabil.



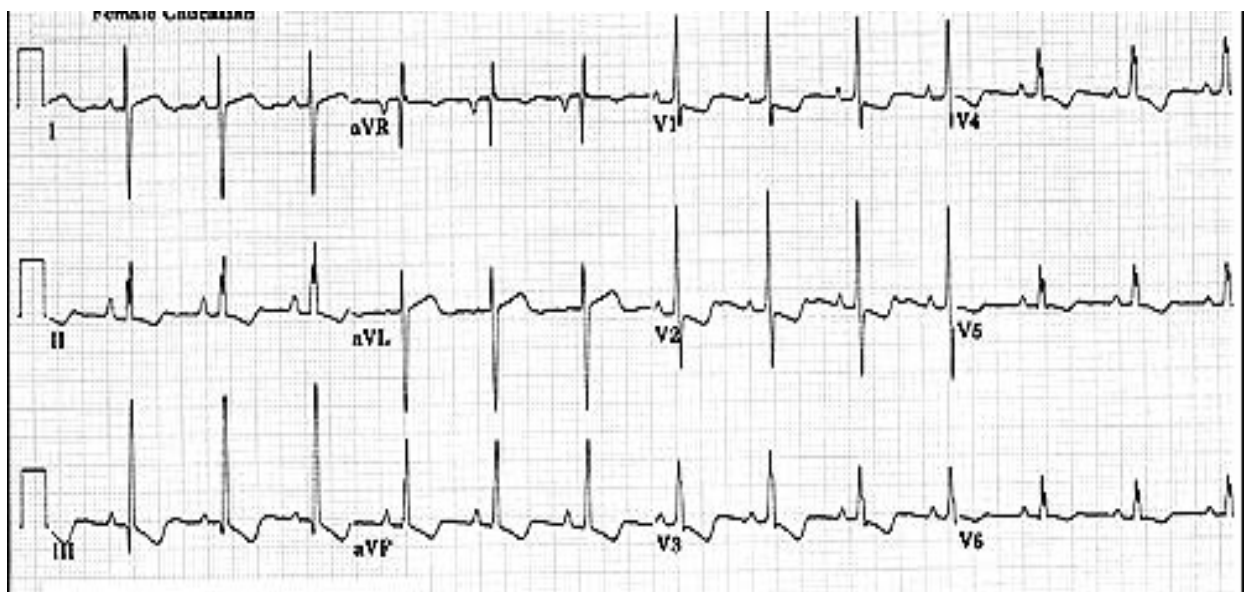
5. Analizând sistemul hexaxial observăm ca *cercul este împărțit de către DI și aVF în 4 cadrane*:

- cadranul inferior stânga - între (0^0 și $+90^0$), corespunde $\hat{A}qRs$ normal;
- cadranul superior stânga - între (0^0 și -90^0), arată deviere la stânga a $\hat{A}qRs$;
- cadranul superior dreapta - între (-90^0 și $\pm 180^0$), arată deviere extremă dreaptă a $\hat{A}qRs$;
- cadranul inferior dreapta - între ($+90^0$ și $\pm 180^0$), arată deviere la dreapta a $\hat{A}qRs$.



Proiecția vectorului depolarizării ventriculare pe derivațiile DI și aVF și morfologia qRs în aceste derivații. DI și aVF împart cercul în 4 cadrane egale.

Exemplu: în graficul de mai jos, în DI complexul este negativ, în aVF este pozitiv, $\hat{A}qRs$ este în cadranul ($+90^0$ și $\pm 180^0$), deci este deviat la dreapta.



Cauze fiziologice ale devierii axului electric al complexului qRs:

- deviație la stânga – *cord orizontalizat* $\hat{A}qRS$ între 0^0 și -30^0 se întâlnește:
 - la tipul constituțional picnic (scund și îndesat) și la obezi;
 - în expir profund;
 - în poziția culcat – abdomenul comprimă diafragma;
 - la femeile gravide;
- deviație la dreapta – *cord verticalizat* $\hat{A}qRS$ între $+90^0$ și $+120^0$ se întâlnește:
 - la tipul constituțional longilin (înalt și slab);
 - la finalul inspirului forțat;
 - în poziția de ortostatism.

În patologie:

- *deviere la dreapta a axului electric al complexului qRs: HVD, BRD*
- *deviere la stânga a axului electric al complexului qRs : HVS, BRS.*

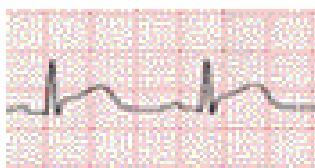
REPOLARIZAREA VENTRICULARĂ – SEGMENTUL ST ȘI UNDA T

■ SEGMENTUL ST

- **Semnificație:** începutul repolarizării ventriculare, faza lentă, pasivă;
- **Durata:** variabilă, aproximativ cât a complexului qRs; **0,05-0,15 sec.;**
- Începe la sfârșitul complexului qRS unde se află punctul de joncțiune „J” și se termină la începutul undei T;
- *Supra sau subdenivelarea segmentului ST se apreciază în funcție de segmentul TP, care reprezintă diastola generală și este considerat linia izoelectrică a traseului ECG;*
- În funcție de situarea punctului de joncțiune există 3 variante fiziologice:
 - punct de joncțiune **pe linia izoelectrică;**
 - punct de joncțiune **supradenivelat, până la 0,3 mV, în V2, V3;**
 - punct de joncțiune **subdenivelat, până la 0,05 mV, în restul derivațiilor.**



Punct J pe linia izoelectrică



Punct J supradenivelat



Punct J subdenivelat

Aceste denivelări sunt fiziologice doar dacă, în cazul subdenivelării, segmentul ST are traiect ascendent, unda T are caractere normale, iar clinic nu sunt semne de afectare cardiacă.

În patologie:

- *supradenivelarea sau subdenivelarea segmentului ST peste valorile considerate fiziologice, indică semne de leziune miocardică datorate bolii coronariene;*
- *modificări secundare de repolarizare ventriculară (de ST), în sens opus morfologiei complexului qRs, în hipertrofii ventriculare, blocuri de ramură, extrasistole ventriculare, sindrom WPW.*

■ Unda T

- **Semnificație:** repolarizarea finală ventriculară – faza de repolarizare activă, rapidă;
- **Morfologie:** asimetrică, cu panta ascendentă mai lentă și cea descendentă mai abruptă;

- **Sens:** concordant cu complexul qRs, undă pozitivă în majoritatea derivațiilor, negativă în aVR, posibil și în V1 până în jurul vârstei de 20 ani, unde poate fi și bifazică;
- **Durată:** 0,15 sec.- 0,30 sec.;
- **Amplitudine:** 1/6, 1/8 din amplitudinea qRS în plan frontal; 1/4, 1/2 în plan orizontal (< 5 mm în derivațiile planului frontal, < 15 mm în precordiale);
- **Ax electric ($\hat{A}_T$):** 0^0 , $+80^0$, urmărește de regulă $\hat{A}_{qRS}$, față de care face un unghi mai mic de 60^0 .

Parametrii cei mai importanți pentru unda T sunt morfologia și sensul. Modificarea acestor parametri poate fi fiziologică și patologică.

Modificări fiziologice ale undei T:

- la sportivi: T amplu, ST supradenivelat până la 3 mm în V3, V4;

- la vagotonici: T amplu, vegetativ, asociat cu bradicardie.

În patologie:

- T ischemic: T simetric, negativ sau pozitiv, amplu sau plat – ischemie coronariană acută;

- T în opoziție de fază cu qRs, adică qRs predominant pozitiv, ST subdenivelat, T negativ, asimetric – în tulburările secundare de repolarizare ventriculară din hipertrofii ventriculare, blocuri de ramură;

- T amplu, ușor asimetric, ascuțit, cu bază lărgită în hiperpotasemie;

- T aplatizat, asimetric sau T bifazic în hipopotasemie;

- T aplatizat, asociat cu segment ST decalat, concav - efectul digitalizării cronice;

- T rotunjit, lărgit în hipercalcemie;

- T simetric, înalt, ascuțit în hipocalcemie.

■ **Unda U** – undă care apare rar pe traseele ECG.

- **Semnificație:** postpotențialele ventriculare sau repolarizarea rețelei Purkinje sau a mușchilor pilieri;
- **Morfologie:** mică, asimetrică (panta ascendentă mai abruptă), mai bine exprimată în derivațiile V2, V4;
- **Sens:** același cu unda T din aceeași derivație;
- **Durată:** 0,15-0,25 sec.;
- **Amplitudine:** < 1/4 din amplitudinea undei T din aceeași derivație;
- **Ax electric:** $+30^0$, $+40^0$;
- mai evidentă în ritmurile bradicardice sau la scăderea $[K^+]$ plasmatic.

INTERVALUL este porțiunea cuprinsă între începutul unei unde și începutul undei următoare. Cuprinde o undă/unde și un segment:

■ **INTERVALUL Pq SAU PR (atriograma)**

- Reprezintă intervalul cuprins între începutul undei P și începutul complexului qRS;
- **Semnificație:** depolarizarea atrială (unda P) și conducerea atrio-ventriculară (segmentul Pq);
- **Durată:** 0,12-0,21 sec. (0,12 sec la frecvență de 100/min; 0,21 sec la frecvență de 60/min.

■ **INTERVALUL qT (ventriculograma)**

- Reprezintă intervalul cuprins între începutul undei q și finalul undei T;
- **Semnificație:** depolarizarea ventriculară (complexul qRs) și repolarizarea ventriculară (segmentul ST și unda T);

- **Durată: 0,36 – 0,42 sec.**, dependentă de frecvența cardiacă;

Se măsoară în DII sau în V2, V3, V4, V5; se fac 3 măsurători consecutive și se face media.

În patologie:

- *scăderea sau creșterea duratei qT, reprezintă risc crescut pentru aritmii ventriculare severe: fibrilație ventriculară; torsada vârfurilor* (ritm rapid, polimorfic ventricular cu răsucirea caracteristică a complexelor qRS în jurul liniei izoelectrice; se asociază cu scăderea presiunii arteriale care poate determina sincopă, poate degenera în fibrilație ventriculară și moarte subită, în absența intervenției medicale).

- *cauze ale anomaliilor qT:*

-genetice: lungimea qT este asociată cu variațiile genei NOS1AP

- apare mai frecvent la bărbați, iar statisticile arată că peste 80% dintre băieții afectați vor avea un eveniment cardiac major înainte de vârsta de 20 de ani;

-medicamente: agenți psihotropi: haloperidol; antiaritmice: amiodarona sau sotalol; antihistaminice: astemizol; antibiotice; antifungice, antidepresive;

-în hipotirodism – alungit; în hipercalcemie – scurtat.

▪ **INTERVALUL RR - reprezintă un ciclu cardiac.**

ETAPE ÎN INTERPRETAREA ECG:

- **controlul etalonării (1mV=10mm) și al vitezei de derulare a hârtiei;**
- **dacă este ritm/aritmie;**
- **stabilirea ritmului de bază;**
- **calculul parametrilor de bază.**

• **Variante fiziologice:**

- *vârstă:* la *nou-născut și sugar:* HVD (hipertrofie de ventricul drept), unde T negative în V1→V6, se pozitivează până în jurul vârstei de 20 ani, de la V6 spre V1); la *vârstnici* – reducerea amplitudinii componentelor ECG, datorită unui grad de emfizem pulmonar;

- *sex* (la *femei* amplitudine mai mică, datorită masei cardiace mai redusă);

- *tip constituțional* - *longilini* = cord verticalizat “în picătură”, $\hat{A}_{qRs}$ la dreapta)

- la tipul *picnic, scund* = cord orizontalizat, $\hat{A}_{qRs}$ la stânga)

- *antrenament fizic* – cei cu activitate fizică intensă: scade frecvența cardiacă în repaus, crește tonusul parasimpatic, crește amplitudinea unor componente ECG-grafice, modificări ale qRs (blocuri minore de ramură dreaptă).

ECG este un document medico-legal; traseul este specific fiecărui individ.

• **Tipuri de înregistrări ECG:**

✓ **ECG fetală** (în sarcină sau chiar în travaliu; număr mare de electrozi-mapping cardiac – hărți de izopotențiale; date despre *circulația coronariană*, *delimitarea de zone de ischemie, leziune, necroză miocardică*).

✓ **Înregistrare de tip Holter** (ECG pe 24-48 ore pe bandă magnetică).

✓ **Hisiograma** (*tehnica medierii se extrag potențialele His* apar la 100-150ms de la începutul undei P sau la 40-50ms înaintea qRS; se pot evidenția *potențiale tardive*, manifestări care pot arăta *predispoziția la tulburări de ritm*).

✓ **În inspir profund** (când apare *q amplu în DIII*: dacă se datorează unei *anumite poziții electrice a inimii sau este dată de modificări cardiace*).

✓ **În efort fizic, la sportivi** (pentru *modificări de frecvență, durată a intervalelor, modificări de ST și T*).

- ✓ **Teste de încărcare cu K** (dacă modificările sunt date sau nu de tulburări hidroelectrolitice).
- ✓ **Manevre de stimulare vagală sau de blocare parasimpatică.**
- **Alte metode de investigare cardiacă:**
 - ✓ **Magnetocardiografia**
 - ✓ **Echocardiografia – cu ultrasunete în modul M sau 3D** (se obțin date despre morfologia componentelor cardiace, a sistemului valvular. Asocierea cu **dispozitiv Doppler** oferă date și despre *circulația sângelui*).

CITIREA ȘI INTERPRETAREA UNEI ELECTROCARDIOGRAME

- I. Stabilirea ritmului cardiac
- II. Stabilirea frecvenței cardiace (FC)
- III. Stabilirea axului electric
- IV. Analiza morfologică și cronologică a traseului ECG

I. Citirea ECG începe cu stabilirea ritmului. În condiții fiziologice, ritmul inimii trebuie să fie sinus.

Caracteristicile ECG ale ritmului sinus sunt:

1. Unda P: să existe, să precedă qRS și să fie pozitivă în cel puțin două dintre derivațiile standard ale planului frontal;

Explicație:

- dacă există undă P înseamnă că se depolarizează atriile;
- dacă precede complexul qRs, înseamnă că se depolarizează mai întâi atriile și apoi ventriculii;
- dacă este pozitivă înseamnă că vectorul de depolarizare atrială are o direcție normală, deci vine din nodulul sinus.

2. Intervalul Pq sau PR (dacă nu există undă q) să fie cuprins între 0,12 – 0,21 sec.;

3. Intervalul dintre 2 unde P și 2 unde R să fie egal și să se păstreze constant pe parcursul mai multor cicluri cardiace;

4. Frecvența cardiacă să fie cuprinsă între 60–100 b/min;

- ☐ Dacă primele 3 criterii sunt prezente, dar frecvența cardiacă este mai mare de 100 b/min, vorbim de *tahicardie sinusală*.
- ☐ Dacă primele 3 criterii sunt prezente, dar frecvența cardiacă este mai mică de 60 b/min, vorbim de *bradicardie sinusală*.

II. Se stabilește alura ventriculară sau frecvența cardiacă (heart rate).

- Se determină distanța în milimetri parcursă între două unde R apropiate (un ciclu cardiac). Dacă viteza de derulare a hârtiei este de 25 mm/sec, un milimetru este parcurs în 0,04 sec. Să presupunem, de exemplu, în graficul de mai jos, distanța R-R = 18 mm. Această distanță este parcursă deci în $18 \times 0,04 \text{ sec} = 0,72 \text{ sec}$. Ca să aflăm care este frecvența cardiacă, trebuie să vedem de câte ori această distanță R-R se cuprinde într-un minut. Deci, împărțim 60 de secunde la 0,72 secunde = 83 cicluri cardiace/minut sau bătăi/min.



Calculul frecvenței cardiace

$$FC = \frac{60}{RR \cdot 0,04}$$

- Frecvența cardiacă se poate aprecia și printr-o metodă mai rapidă, dar mai imprecisă. Se identifică o undă R care se suprapune peste o linie verticală groasă a traseului ECG. Apoi se numără 300, 150, 100, 75, 60, 50 pentru fiecare dintre liniile groase care urmează. Frecvența se determină în funcție de unda R imediat următoare, care se suprapune peste una dintre liniile groase ale graficului sau între acestea. Metoda este valabilă **numai dacă este ritm regulat!!**



În graficul de mai sus, unda R de la al treilea complex qRs se suprapune pe o linie verticală groasă, iar unda R următoare este situată între 100 și 75, mai aproape de linia de 100, deci frecvența cardiacă este aproximativ 90 b/min.

Exemplu – STABILIREA RITMULUI DE BAZĂ:

Pasul 1: unda P pozitivă, precede complexul qRs, survine cu regularitate



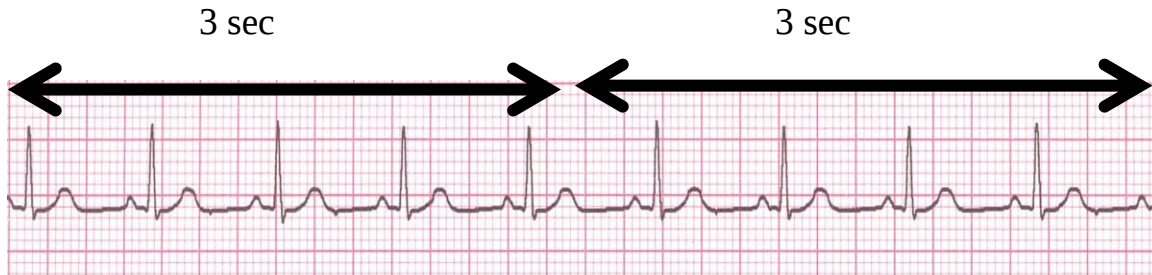
Pasul 2: distanțele R-R sunt egale între ele și egale cu distanțele P-P



Pasul 3: intervalul $Pq=0,16$ sec. (4 căsuțe)



Pasul 4: – calculul frecvenței cardiace. Se numără undele R din 6 secunde și apoi multiplică cu 10. Traseul folosit are o lungime de 6 secunde. $FC = 9 \times 10 = 90$ b/min.



Interpretare: RITM SINUSAL NORMAL

- Dacă nu există ritm regulat se numără ciclurile cardiace existente într-un interval mai mare de timp, de exemplu 3, 5 sau 6 secunde sau cât mai multe secunde din traseul înregistrat.



În graficul de mai sus, traseul este de 6 secunde, ritmul este neregulat, undele R sunt la distanțe inegale. Se numără ciclurile cardiace în acest interval (inclusiv primul/ultimul R=7 cicluri cardiace) și se multiplică cu 10 (pentru a calcula nr. de cicluri cardiace/minut), deci FC este aproximativ 70 b/min.

În condiții normale, în repaus, frecvența cardiacă este de 70-75 b/min la adulți și mai crescută la copii: nou-născut=130-150 b/min.; copil peste 1 an =100-130 b/min.; copil peste 5 ani =100-110 b/min.

TAHICARDIA SINUSALĂ = creșterea frecvenței cardiace **peste 100 b/min.**

- ☐ Cauze generale: stimularea simpatică, emoții, efort fizic, febră, droguri, hipertiroidism, anemii, hemoragii, infecții, patologie cardiacă.
- ☐ Consecințe pe ECG: scurtarea duratei ciclului cardiac, mai ales a diastolei: scurtarea segmentelor, intervalelor și foarte puțin a undelor. Unda P devine mai amplă și mai ascuțită, iar unda T applatizată.

- Creșterea frecvenței cardiace peste 180 b/min afectează sever umplerea ventriculară, ceea ce va duce la scăderea debitului cardiac.



BRADICARDIA SINUSALĂ = scăderea frecvenței cardiace **sub 60 bătăi/min.**

- ❑ Cauze generale: *stimularea parasimpatică* (vagotonie=tonus vagal crescut), *bradicardia sportivilor de performanță*, *hipotiroidism*, *hiperpotasemia*, *hipotermie*, *intoxicația cu digitală*, *tratament cu beta-blocante*, *patologie cardiacă*.
- ❑ Consecințe pe ECG: *alungirea segmentelor*, *a intervalelor* și *mai puțin a undelor*.



Bradicardia sportivilor de performanță

În repaus, FC este în jur de 50 b/min. De ce?

- ❑ Prin antrenament, la sportivi crește forța de contracție pentru a pompa volume mai mari de sânge (debit cardiac mai mare). În repaus, acest debit nu mai este necesar și receptorii vascolari stimulați de distensia vaselor declanșează reflexe depresoare care readuc debitul cardiac la valori de repaus, prin scăderea frecvenței și a debitului sistolic. Aceste reflexe sunt mediate de nervul vag.
- ❑ Bradicardia de repaus este mai accentuată la cei care practică sporturi de anduranță: alergători de cursă lungă, cicliști, înotători, schi fond și demifond, patinatori fond.

ARITMIA SINUSALĂ

- ❑ La copiii și tinerii sănătoși, frecvența cardiacă variază cu fazele respirației: crește în inspir și scade în expir, fenomen mai evident la respirațiile profunde, adânci.
- ❑ Explicație: în timpul inspirului, impulsurile provenite de la receptorii de întindere din plămâni conduse de nervii vagi, determină depresia ariei cardio-inhibitoare din bulb. În acest moment, cordul scapă de sub acțiunea frenatoare a centrului cardio-inhibitor mediată de vag și frecvența cardiacă crește.
- ❑ Acest tip de aritmie se numește aritmie respiratorie și se datorează fluctuațiilor de tonus parasimpatic.
- ❑ Un cord fără variabilitate a frecvenței cardiace, este un cord care și-a pierdut rezerva funcțională de adaptare la condiții de lucru diferite.



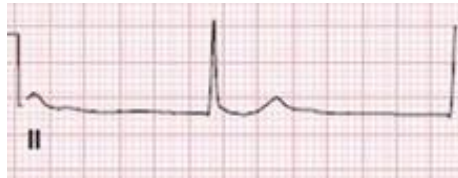
RITMURI PATOLOGICE

Ritmul nodal (joncțional), generat în nodulul atrio-ventricular. Este de 3 feluri, în funcție de locul de emiterie a stimulilor: supranodal, mezo (medio) nodal și infranodal; FC = 40-60 b/min.

- **ritm supranodal**: unda *P* negativă, înainte *qRS* (se activează de jos în sus atriile, apoi ventriculii); intervalul *Pq* durată sub limita inferioară fiziologică.



- **ritm medionodal**: unda *P* absentă, *qRs* mai amplu.

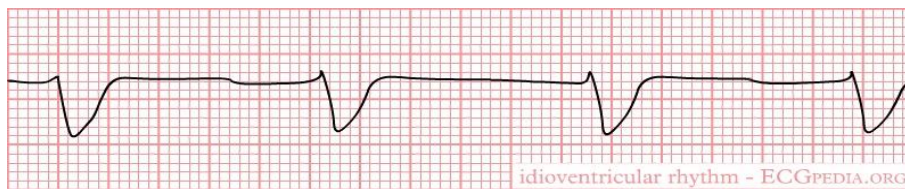


- **ritm infranodal**, unda *P* negativă după *qRS* (întâi se activează ventriculii, apoi de jos în sus atriile).

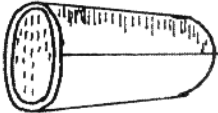
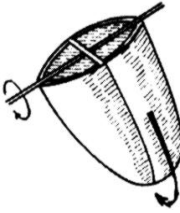
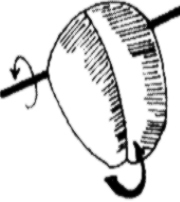


Ritm idioventricular, generat de fasciculul His și rețeaua Purkinje; FC = 25-40 b/min.

- lipsa undelor *P* în fața complexelor *qRs*
- complexe *qRs* largite, deformate datorită conducerii stimulilor pe căi nespecifice.



ROTAȚIILE CORDULUI

Rotațiile cordului		
Planul rotației și axul	Variante	Caracteristici ECG
1. Plan frontal / Ax antero-posterior	a) poziție orizontală a cordului 	$\hat{A}qRs: (-30^{\circ} \dots +30^{\circ})$ Complexele qRs din V5, V6 asemănătoare cu cele din aVL, iar cele din V1, V2 cu aVF.
	b) poziție verticală a cordului 	$\hat{A}qRs: (+60^{\circ} \dots +90^{\circ})$ Complexele qRs din V5, V6 asemănătoare cu cele din aVF și cele din V1, V2 cu aVL.
2. Plan orizontal/ Ax longitudinal	a) rotație orară 	$\hat{A}qRs$ deviat la dreapta aspect de S în DI și Q în DIII și complexe echidifazice în V5, V6, prin mutarea zonei de tranziție din V3, V4.
	b) rotație anti-orară 	$\hat{A}qRS$ deviat la stânga aspect de Q în DI și S în DIII și complexe echidifazice în V1, V2, prin mutarea zonei de tranziție din V3, V4.
3. Plan sagital/ Ax transversal	a) retropoziția vârfului 	În derivațiile standard apar unde S în DI, DII, DIII.
	b) anteropozitia vârfului 	În derivațiile standard apar unde Q în DI, DII, DIII.