

E K G
ZA SVAKOG
(u 30 lekcija)

Slobodan M. Janković

EKG za svakog
drugo izdanje

Autor:
prof. Dr Slobodan M. Janković,
Medicinski fakultet Kragujevac

Recenzent:
prof. Dr Mileta Poskurica i doc. Dr Goran
Mihajlović,
Medicinski fakultet Kragujevac

Izdavač:
Hemofarm, Vršac

Gl. urednik:

Lektor i korektor:
Ljiljana Janković

Štampa:
Hemofarm, Vršac

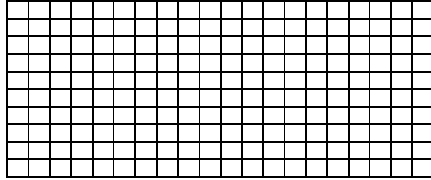
Tiraž: 300 primeraka

Godina izdavanja: 2001.

Lekcija 1.

Elektrokardiografija (EKG) predstavlja snimanje procesa depolarizacije i repolarizacije miokarda.

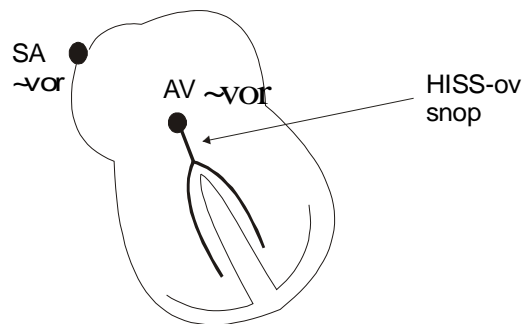
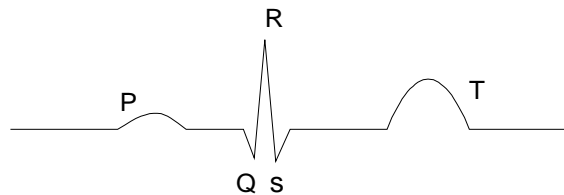
Snimanje se vrši na standardnoj traci sa odštampanom milimetarskom mrežom. Traka se kreće uvek brzinom od 25 cm/min, a osetljivost većine EKG aparata je tako podešena da mali kvadratić predstavlja po širini 0.04 sekunde, a po visini 0.1 mV. Veliki kvadrat je (pošto obuhvata 5 x 5 malih kvadratića) dug 0.2 sekunde, a visok 0.5 mV.



Lekcija 2.

U normalnom srcu depolarizacija počinje u SA-čvoru, širi se preko pretkomora do AV-čvora (to se u EKG-u vidi kao P talas), zatim preko Hisovog snopa i njegovih grana do svih ćelija komora (to se u EKG-u vidi kao QRS kompleks).

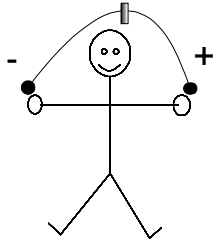
Kada se završi depolarizacija, posle izvesnog perioda (vidi se kao ST segment u EKG-u) dolazi do repolarizacije obrnutim putem, što se u EKG-u vidi kao T-talas.



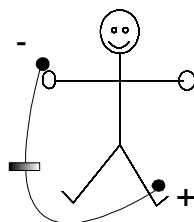
Lekcija 3.

EKG se snima sa 12 mesta koje nazivamo "odvodi". Prvih šest su bipolarni odvodi, tj. imamo uvek *dve* elektrode koje postavljamo negde na ekstremitete:

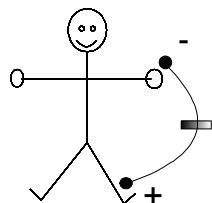
I odvod



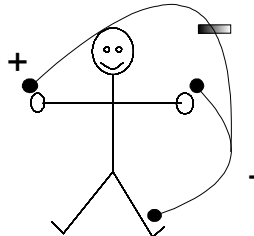
II odvod



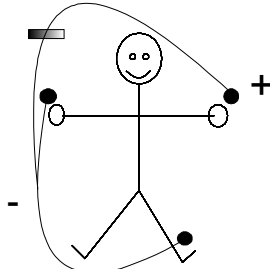
III odvod



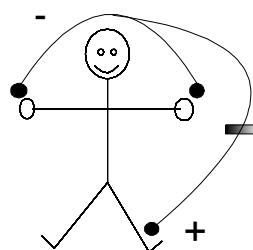
Odvod aVR



Odvod aVL

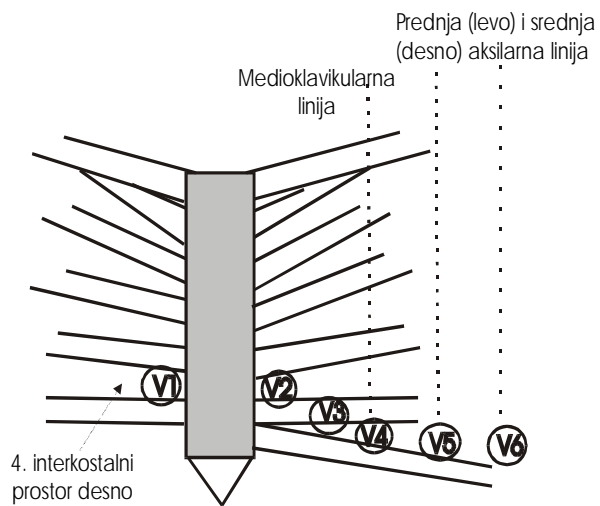


Odvod aVF



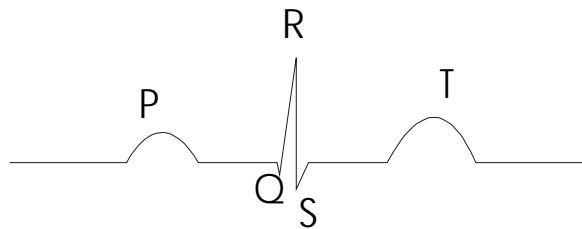
Lekcija 4.

Osim bipolarnih odvoda, koristi se i šest unipolarnih odvoda. Kod njih se sva tri ekstremiteta povežu u jednu električnu tačku, a druga tačka je elektroda sa vakuum pumpicom koja se postavlja na prednji zid grudnog koša. U zavisnosti na koje mesto se postavlja, odvodi se označavaju sa V₁ do V₆.



Lekcija 5.

Svaki srčani ciklus (kontrakcija i relaksacija) je praćen sledećim kompleksom talasa i šiljaka u EKG-u:

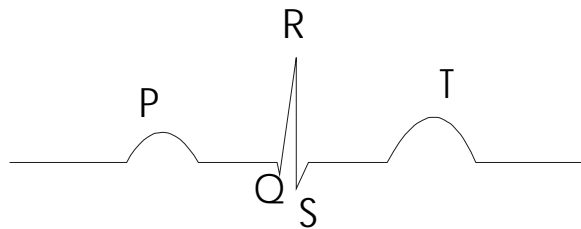


- P talas odgovara depolarizaciji pretkomora
- PQ segment (od kraja P talasa do početka Q šiljka) odgovara putovanju talasa depolarizacije kroz AV čvor
- QRS kompleks odgovara depolarizaciji komora
- ST segment (od kraja šiljka S do početka talasa T) odgovara vremenu kada su komore srca depolarisane, a repolarizacija još nije počela
- T talas odgovara repolarizaciji komora

Lekcija 6.

U normalnom EKG-u talasi i šiljci (zupci) imaju sledeće karakteristike:

- P talas: visok do 2,5 kockice, širok do 3 kockice
- PQ interval (od početka P do početka Q): dug je od 3 do 5 kockica
- QRS kompleks: visok od 5 do 22 kockice, širok do 2,5 kockice

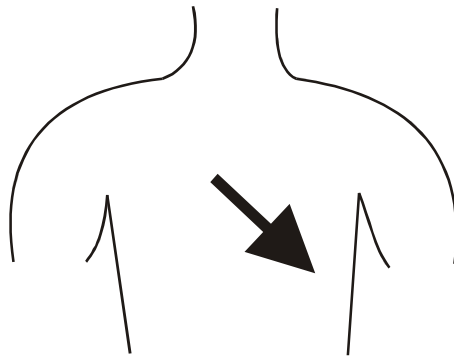


- T talas: visok je do 6 kockica, širok do 5 kockica
- QT interval (od Q šiljka do kraja T talasa) je dug od 8 do 10 kockica
- ST segment (od kraja S šiljka do početka T talasa) ne sme biti spušten ili podignut za više od 2 kockice u odnosu na PQ segment

Lekcija 7.

Kada snimimo EKG pacijentu u svih 12 odvoda, onda analiziramo sledeće:

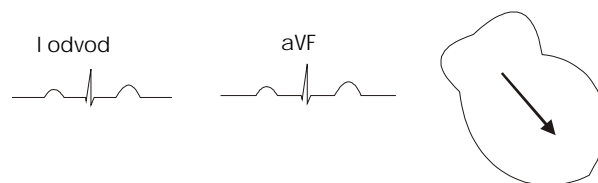
1. Regularnost ritma srca - ako srce radi ritmično, onda je razmak između susednih R šiljaka uvek isti.
2. Frekvencija srčanog rada. Ona se izračunava precizno ako se broj 1500 podeli sa rastojanjem između dva susedna R šiljka (u milimetrima)
3. Zatim treba odrediti kako je postavljena električna osovina srca. Električna osovina je ustvari pravac kojim teče struja tokom depolarizacije srca. Normalno je ovaj pravac paralelan sa anatomskom osovinom srca, što znači da se pruža od desno i gore ka levo i dole.



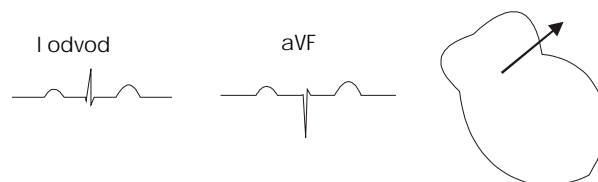
Lekcija 8.

Električnu osovinu određujemo gledajući u R šiljak u dva odvoda: I i aVF.

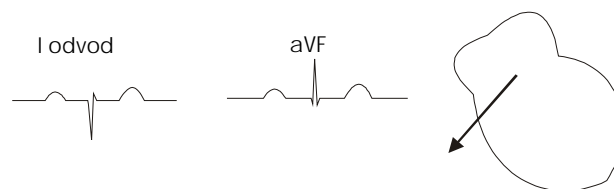
1. Ako je R pozitivan (iznad linije PQ segmenta) u oba ova odvoda, osovina je normalno postavljena:



2. Ako je R pozitivan u I odvodu, a negativan u aVF-u, onda je osovina skrenuta levo i gore:



3. Ako je R negativan u I odvodu, a pozitivan u aVF-u, onda je osovina skrenuta desno i dole:



Lekcija 9.

Sada treba pregledati sve talase, šiljke i intervale u svim odvodima. Pritom imajte na umu da su u aVR-u normalno talasi i šiljci obrnuto postavljeni u odnosu na ostale odvode ("kao slika u ogledalu"). Zato se aVR odvod pri rutinskom tumačenju EKG-a može zanemariti.

I odvod



aVR



Lekcija 10.

Koje sve abnormalnosti možemo naći u EKG-u i šta one znače?

Krenimo od srčane osovine. Evo šta sve dovodi do skretanja osovine levo i gore:

1. Gojaznost
2. Ležanje na levoj strani
3. Hipertrofija leve komore
4. Blok leve grane Hiss-ovog snopa

A šta dovodi do skretanja osovine desno i dole? Evo:

1. Mršavost
2. Stajanje
3. Hipertrofija desne komore
4. Blok desne grane Hiss-ovog snopa

Lekcija 11.

Povećana voltaža QRS kompleksa
se sreće kod hipertrofije komora. Evo koje su mere:

1. Hipertrofija leve komore

- zbir visine R talasa u aVL odvodu i visine S talasa u V3 odvodu je veći od 28mm kod muškaraca, a 20mm kod žena
- R talas u V5 ili V6 je veći od 25mm

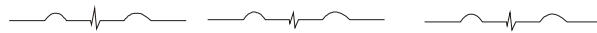
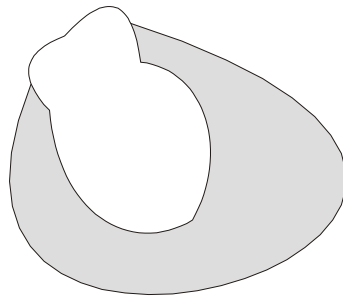
2. Hipertrofija desne komore:

- R talas u V1 je veći od 7mm
- S talas u V5 ili V6 je dublji od 7mm
- R talas u I odvodu je manji od 2mm

* 1mm = 1kockica

Lekcija 12.

Kada je voltaža QRS kompleksa snižena difuzno u svim odvodima, tada postoji: (a) tečnost oko srca koja se ponaša kao električni izolator (npr. kod eksudativnog perikarditisa ili izliva u pleuralnoj duplji), ili (b) difuzni gubitak funkcionalnog tkiva miokarda (npr. fibroza, metaboličke i endokrine bolesti).



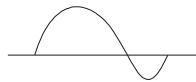
Lekcija 13.

Abnormalnosti P talasa

- "P - pulmonale" - Kod hipertrofije desne pretkomore talas P je u II i III odvodu šiljat i viši od 2,5 kockice,



a u V1 odvodu (gde je inače P talas normalno bifazičan) je prvi talas nesrazmerno veći od drugog.



- "P - mitrale" - Kod hipertrofije leve pretkomore talas P je u I i aVL odvodu dvogrb i širi od 2,5 kockice,



a u V1 odvodu je drugi talas mnogo veći od prvog



Lekcija 14.

Abnormalnosti PQ intervala

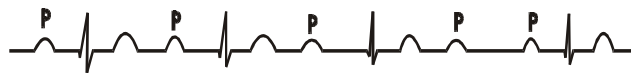
- Interval PQ (od početka P talasa do početka Q šiljka) je uži od 3 kockice ako postoje abnormalni putevi kojima depolarizacija prelazi iz pretkomora u komore (npr. kod Wolf-Parkinson-White /WPW/ sindroma), tako da nema normalnog usporavanja u AV čvoru

- Interval PQ je širi od 5 kockica ako postoji blokada sprovođenja u AV čvoru (tzv. AV blok). Postoje tri stepena AV bloka.

Lekcija 15.

Abnormalnosti PQ intervala

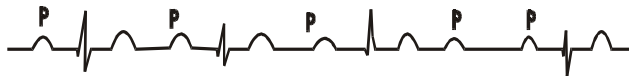
- AV blok I stepena - PQ interval je produžen više od 5 kockica
- AV blok II stepena - Postoje 2 podvrste:
 - a) Wenckebahova periodika (ili Mobic I)
PQ interval postaje sve duži iz otkucaja u otkucaj, da bi najzad posle P talasa izostao QRS kompleks. Potom se uspostavlja normalna EKG slika, da bi se onda opet sve ponovilo.



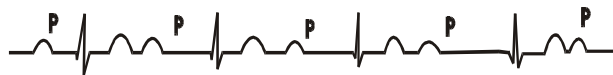
Lekcija 16.

b) Mobic II blok

PQ interval je stalno iste dužine (normalan ili produžen), a onda se javi jedan P talas koga ne sledi QRS kompleks. Potom se ponovo uspostavlja uobičajena EKG slika. Često kod ovog bloka izgled QRS kompleksa varira od otkucaja do otkucaja. Riram nastanka bloka može biti 2:1 (dva P talasa sledi QRS kompleks, zatim jedan ne sledi), 3:1, 4:1,...



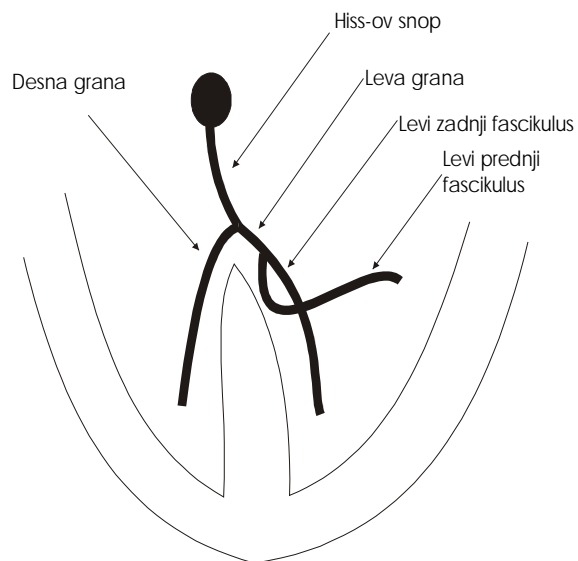
- AV blok III stepena - Ovde se impulsi ne prenose u komore, tako da P talasi imaju jedan ritam, a QRS kompleksi drugi, nezavisan ritam.



Lekcija 17.

Proširenje QRS kompleksa

- QRS kompleks je širi od 2,5 kockice ako postoji blok sprovođenju impulsa u nekoj od grana Hiss-ovog snopa.
- Grane Hiss-ovog snopa su:

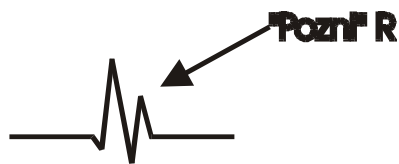


Lekcija 18.

- EKG znaci bloka leve grane su:
 - QRS kompleks širok 3 ili više kockica (milimetara), tj. 0.12s
 - električna osovina srca skreće ulevo
 - u I i V6 odvodu zubac R je dvostruko nazupčen
 - nedostaje tzv. fiziološki Q zubac u I, V5 i V6 odvodu



- Ekg znaci bloka desne grane su:
 - QRS kompleks širok 3 ili više kockica (milimetara), tj. 0.12s
 - zubac S je širok i dvostruko nazubljen u I i V6 odvodu
 - u odvodu V1 i aVR javlja se pozni zubac R



Lekcija 19.

- Blok levog prednjeg fascikulusa
 - QRS kompleks je širok od 2,5 do 3 kockice
 - Električna osovina srca skreće levo i gore
 - U odvodima II, III i AVF javlja se dubok zubac S
 - u odvodu I javlja se dubok Q zubac

Zapamti!

Q_I S_{III}

- Blok levog zadnjeg fascikulusa
 - QRS kompleks je širok od 2,5 do 3 kockice
 - Električna osovina srca skreće desno
 - U I odvodu javlja se dubok zubac S
 - U III odvodu javlja se dubok zubac Q

Zapamti!

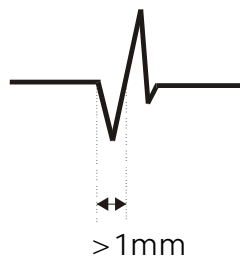
Q_{III} S_I

Lekcija 20.

Patološki zubac Q

- Patološki zubac Q je onaj koji je širi od jedne kockice, a dublji od najmanje 1/4 pripadajućeg R zupca, ili Q zubac u odvodima u kojima ga normalno nema (V1, V2, V3)

Patološki Q zubac znači da je deo miokarda nekrotičan ili fibrozan (tj. ne stvara potencijale).

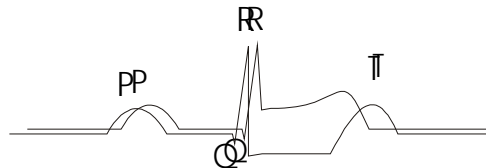


Lekcija 21.

Abnormalnosti ST segmenta (od kraja S do početka T)

- ST segment može u odnosu na PQ segment biti podignut (eleviran) ili spušten (deprimiran)
- Patološka elevacija ili depresija je jednaka ili veća od 2 kockice
- Patološka elevacija ili depresija se javljaju prolazno u toku infarkta miokarda i označavaju "leziju", tj. ishemijski nadražaj miokarda. Kada dođe do definitivne nekroze miokarda onda se ovi fenomeni gube i zaostaje samo zubac Q.

Elevacija ST segmenta



Depresija ST segmenta

Lekcija 22.

Abnormalnosti ST segmenta (od kraja S do početka T)

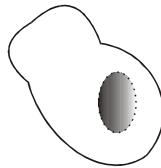
- Depresija ST segmenta se takođe javlja u toku napada angina-e pectoris, kao znak ishemije. Znatno ređe, u toku angina-e pectoris može se javiti i elevacija ST segmenta.
- Depresija ST segmenta znači da je nastala **subendokardna** ishemija u zidovima srčanih komora bliskim prednjem zidu grudnog koša ili **subepikardna** ishemija u zidovima srčanih komora udaljenim od prednjeg zida grudnog koša.
- Obrnuto, elevacija ST segmenta znači da je nastala **subepikardna** ishemija u zidovima srčanih komora bliskim prednjem zidu grudnog koša ili **subendokardna** ishemija u zidovima srčanih komora udaljenim od prednjeg zida grudnog koša.
- Koritasta depresija ST segmenta nastaje kod predoziranja kardi toničkih glikozida (digoksin, digitoksin, lanatozid C, itd.).
- Poseban vid ST elevacije (konkavna) se javlja kod perikarditisa: istovremeno u više odvoda, ali bez drugih znakova za infarkt miokarda

Lekcija 23.

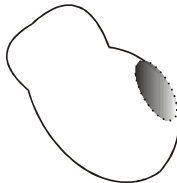
Lokalizacija infarkta miokarda

Kada na osnovu prolazne pojave elevacije ili depresije ST segmenta i visokih T-talasa posumnjamo da se razvija infarkt miokarda, pojava patološkog Q zupca postavlja definitivnu dijagnozu infarkta. Prema tome u kojim se odvodima pojavio Q zubac možemo odrediti lokalizaciju infarkta.

- Infarkt prednjeg zida leve komore
 - Q zupci u odvodima V1, V2, V3 i V4.



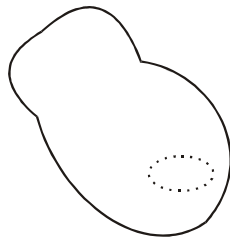
- Infarkt lateralnog zida leve komore
 - Q zupci u odvodima I i aVL
 - (da se lakše zapamti: **L**ateralni **I**nfarkt = aV**L** + **I**)



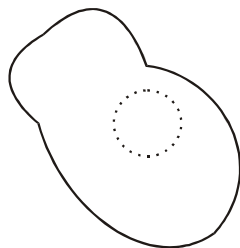
Lekcija 24.

Lokalizacija infarkta miokarda

- Dijafragmalni infarkt
 - Q zupci u odvodima II, III i aVF



- Infarkt zadnjeg zida leve komore
 - veliki R zubac u odvodima V1 i V2
 - Q u odvodu V6



Lekcija 25.

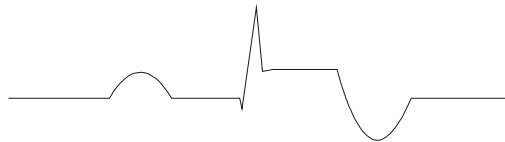
Abnormalnosti QT intervala

- QT interval (od zupca Q do kraja T talasa) je skraćen (manje od 8 kockica) kod upotrebe digitalisa i kod hiperkalcemije.
- QT interval je produžen (više od 10 kockica) kod hipokalcemije, ishemije i upotrebe antiaritmika Ia grupe (hinidin, prokainamid, dizopiramid)

Lekcija 26.

Abnormalnosti T talasa

- T talas postaje viši (od 6 kockica) i širi (od 5 kockica) kada postoji subendokardna ishemija.
- Subepikardna ishemija može dati invertovan T talas:



- T talas je normalno invertovan u odvodima aVR i V1.
- T talas je viši (od 6 kockica) i širi (od 5 kockica) kod hiperkalemije.

Lekcija 27.

Aritmije

Sinusni ritam postoji ako iza svakog P talasa sledi QRS kompleks.

Kod flatera pretkomora postoji veliki broj P talasa koji se nadovezuju jedan na drugi, dok su QRS kompleksi aritmični jer impulsi neredovno prolaze kroz AV čvor u komore. Učestalost QRS kompleksa je obično znatno veća nego normalno, ali može biti i



manja.

Kod fibrilacije pretkomora P talasi se ne mogu uočiti, a QRS kompleksi su aritmični jer impulsi neredovno prolaze kroz AV čvor. Učestalost QRS kompleksa je obično znatno veća nego normalno, ali može biti i manja.



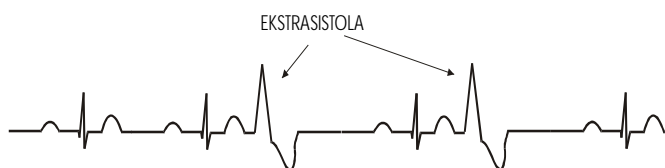
Lekcija 28.

Ekstrasistole se u EKG-u vide kao prevremeni i iregularni QRS kompleksi. Ako su ekstrasistole **pretkomorske**, vidi se P talas:



Ako je ekstrasistola nodalna (iz AV čvora) ona liči u EKG-u na pretkomorsku, samo nema P talasa.

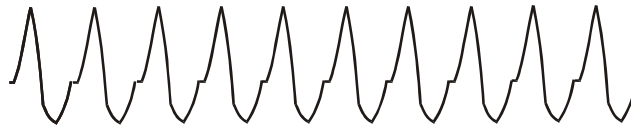
Kod komorskih ekstrasistola nema P talasa, a QRS kompleksi su iregularni, visoke voltaže i prošireni. T talas je uvek obrnut u odnosu na QRS kompleks ekstrasistole:



Komorske ekstrasistole su opasne samo ako se javljaju na već obolelom srcu ili ako se R talas ekstrasistole nadovezuje na T talas prethodnog kompleksa ("R na T"). Ovakve ekstrasistole lako prelaze u komorske tahikardije i fibrilaciju.

Lekcija 29.

Paroksizmalne tahikardije mogu biti pretkomorske, nodalne ili komorske. U EKG-u one se vide kao neprekinut niz pretkomorskih, nodalnih ili komorskih ekstrasistola. Evo kako izgleda komorska tahikardija:



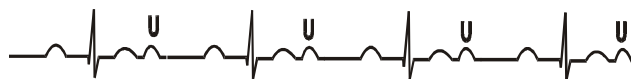
Lekcija 30.

EKG slika metaboličkih poremećaja

- **Hiperkalemija** u EKG-u daje sledeće znake: visok **T** talas, skraćen ST segment, produžen PR interval i širok QRS kompleks. Kod veoma teške hiperkalemije gubi se **P** talas.



- **Hipokalemija** daje sledeće znake: mali **T** talas i pojavu **U** talasa (to je abnormalni talas koji se pojavljuje odmah posle T talasa)



- Hiperkalcemija skraćuje QT interval, a hipokalcemija ga produžava.

Literatura

1. Bennet JC, Plum F. Cecil Textbook of Medicine. 20th ed., WB Saunders Co, Philadelphia, 1996: pp. 2233.
2. Berkow R, Beers MH, Fletcher AJ. The Merck Manual of medical information. Home edition, Merck Research Laboratories, New York, 1997: pp1509.
3. British National Formulary. No 35, British Medical Association and Royal Pharmaceutical Society of Great Britain, London, 1998: 736 str.
4. Dubin D. Rapid interpretation of EKG's. 3rd ed., Cover Publishing Co, Tampa, Florida, 1974.
5. Hope RA, Longmore JM, Hodgetts TJ, Ramrakha PS. Oxford Handbook of Clinical Medicine. 3rd ed., Oxford University Press, Oxford, 1993: pp. 837.
6. Ramsey PG, Larson EB. Medical Therapeutics, 2nd ed., W.B. Saunders Company, London, 1993: pp. 633.
7. Reynolds JEF. Martindale The Extra Pharmacopoeia. 30th ed., The Pharmaceutical Press, London, 1993: pp. 2363.
8. Vrcelj S. Elektrokardiografski atlas. II izd., Medicinska knjiga, Beograd-Zagreb, 1982: 407 str.