

SEMMELWEIS ORVOSTUDOMÁNYI EGYETEM
Általános Orvostudományi Kar

EKG-ALAPISMERETEK

Írta:

Dr. Rohla Miklós
SOTE III. Belklinika

Budapest

ELŐSZÓ

A SOTE III. Belklinikán az orvostanhallgatók, a szigorló orvosok és a belgyógyász szakvizsgára készülők számára tartott EKG-kurzusok kapcsán merült fel egy olyan rövid, klinikai gyakorlat számára a legfontosabb ismereteket tartalmazó jegyzet szükségessége, amelyből az EKG alapismeretek elsajátíthatók.

A klinikai elektrokardiográfia még ma is, a modern kardiológiai vizsgáló módszerek bevezetése ellenére a klinikai kardiológia igen fontos módszerének tekinthető. Előnyei és korlátai az új kardiológiai vizsgáló módszerek fényében világosabbakká váltak, de a módszer fontossága a klinikai gyakorlatban nem csökkent. Éppen ezért a korszerű EKG-ismeretek oktatása a kardiológia oktatásán belül változatlanul fontos helyet foglal el.

Célunk nem egy újabb részletes EKG monográfia megírása volt, hanem az orvostanhallgatók igényeit szem előtt tartó rövid, a modern elektrofiziológiai EKG elveken alapuló, s gyakorlati szempontokat érvényre juttató jegyzet összeállítása. Ezt a munkát végezte Dr. Rohla Miklós példamutató lelkesedéssel és hozzáértéssel.

Budapest, 1984 június

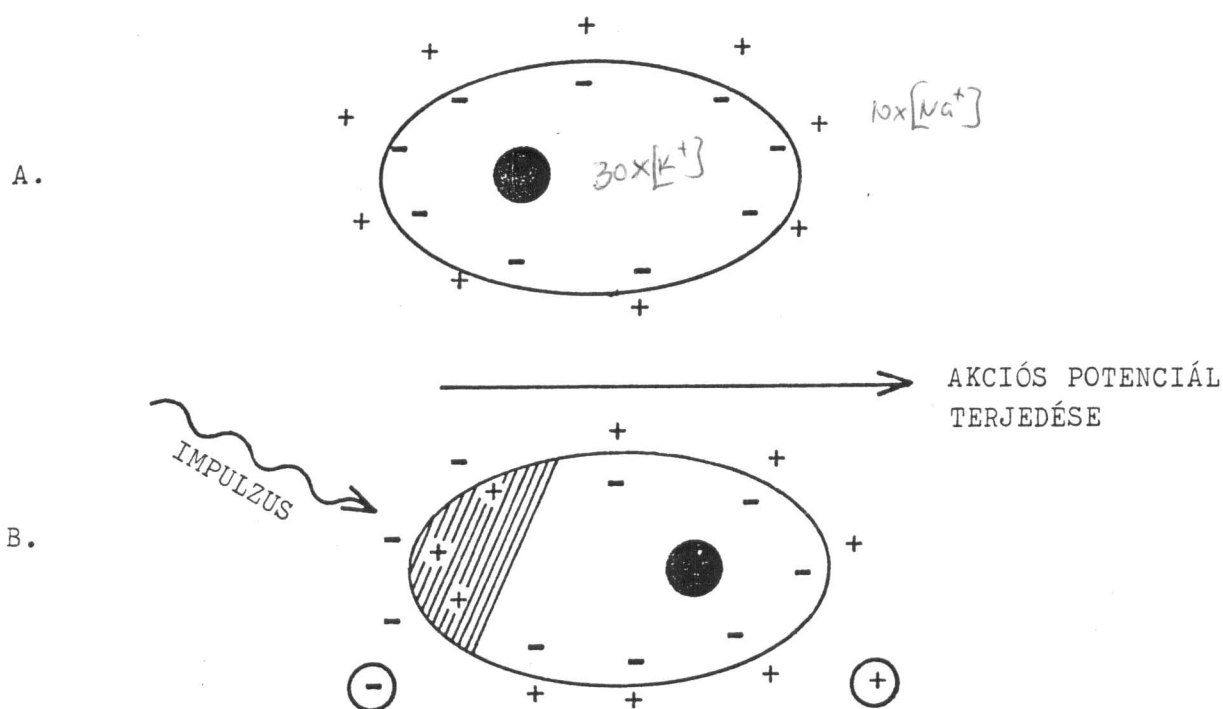
Dr. Tenczer József

TARTALOMJEGYZÉK

	Oldal
1. Amit az EKG keletkezésének megértéséhez tudni kell	7
2. Az egyes EKG-kitérések (hullámok) nomenklaturája	13
3. Az EKG egyes alkotóelemeinek magyarázata	13
4. Az egyes EKG-elvezetések orientációja	16
5. Az EKG-görbe egyes szakaszainak időtartama, a szívfrekvencia meghatározása	18
6. Az elektromos főtengely fogalma	20
7. A normális 12 elvezetéses EKG	23
8. A szív ingerképző és ingerületvezető rendszerével kapcsolatos legalapvetőbb anatómiai és élettani fogalmak	25
9. A létra-diagram fogalma	26
10. EKG miokardiális infarktusban; miokardiális isémia, lézió, nekrosis ..	26
11. A miokardiális infarktus elektromos lokalizációja	29
12. A koronária-elégtelenség egyéb formáinak EKG-jelei; EKG-eltérések ... Prinzmetal angina esetén	39
13. A perikarditisz EKG-jelei	42
14. EKG-eltérések Tawara-szár blokkban	44
15. Kamra hipertrófia.....	50
16. A pitvar-megnagyobbodás EKG-jelei	53
17. Hipo- és hiperkalémia hatása az EKG-ra	55
18. Hipo- és hiperkalcémia hatása az EKG-ra	57
19. Digitalis hatás EKG-jelei	58
20. Sinus ritmus	60
21. Ektópiás pitvari ritmus	62
22. Escape ritmusok.....	69
23. Az AV-junkcionális ritmus	69
24. Kamrai ritmus.....	75
25. Sino-atriális (SA) blokk	85
26. Atrioventrikuláris (AV) blokk	86
27. Aberráns kamrai vezetés	92
28. Wolf-Parkinson-White (WPW) szindróma	94
29. A tachikardiák keletkezésének okai	96
30. Mesterséges pacemaker	99
31. EKG műtermékek	105
32. Néhány megfejtendő EKG-görbe	106
33. EKG-görbék megfejtése	110
34. Az EKG morfológiai eltérések rövid differenciáldiagnosztikája	110

1. Amit az EKG keletkezésének megértéséhez tudni kell

Az izomsejtek és így a szívmemória belseje is nyugalomban negatív elektromos töltésű membránjának külső oldalához képest; ennek elektromos töltése pozitív (1/A ábra).



1. ábra

A) Szívmemória-membrán polaritása nyugalomban

B) A szívmemória membránjának polaritás-változása az akciós potenciál során

Az elektromos töltéseknek ez az eloszlása a membrán két oldala közötti egyenlőtlen ioneloszlás következménye. A legszembetűnőbb különbség, hogy a sejtmembrán külső oldalán a Na^+ -koncentráció kb. 10-szerese a belső oldalon lévőnek, a K^+ -koncentráció viszont a membrán belső oldalán kb. 30-szorosa a külső oldalon lévőnek. Az eltérő ioneloszlás a sejtmembrán szelektív ionpermeabilitásának és a membrán-transzport folyamatoknak a következménye. A sejtmembránban ugyanis található egy enzimszisztéma, a Na-K ATP-áz, amely Na^+ -t "pumpál" ki a sejtől és K^+ -ot pumpál be a sejtbe.

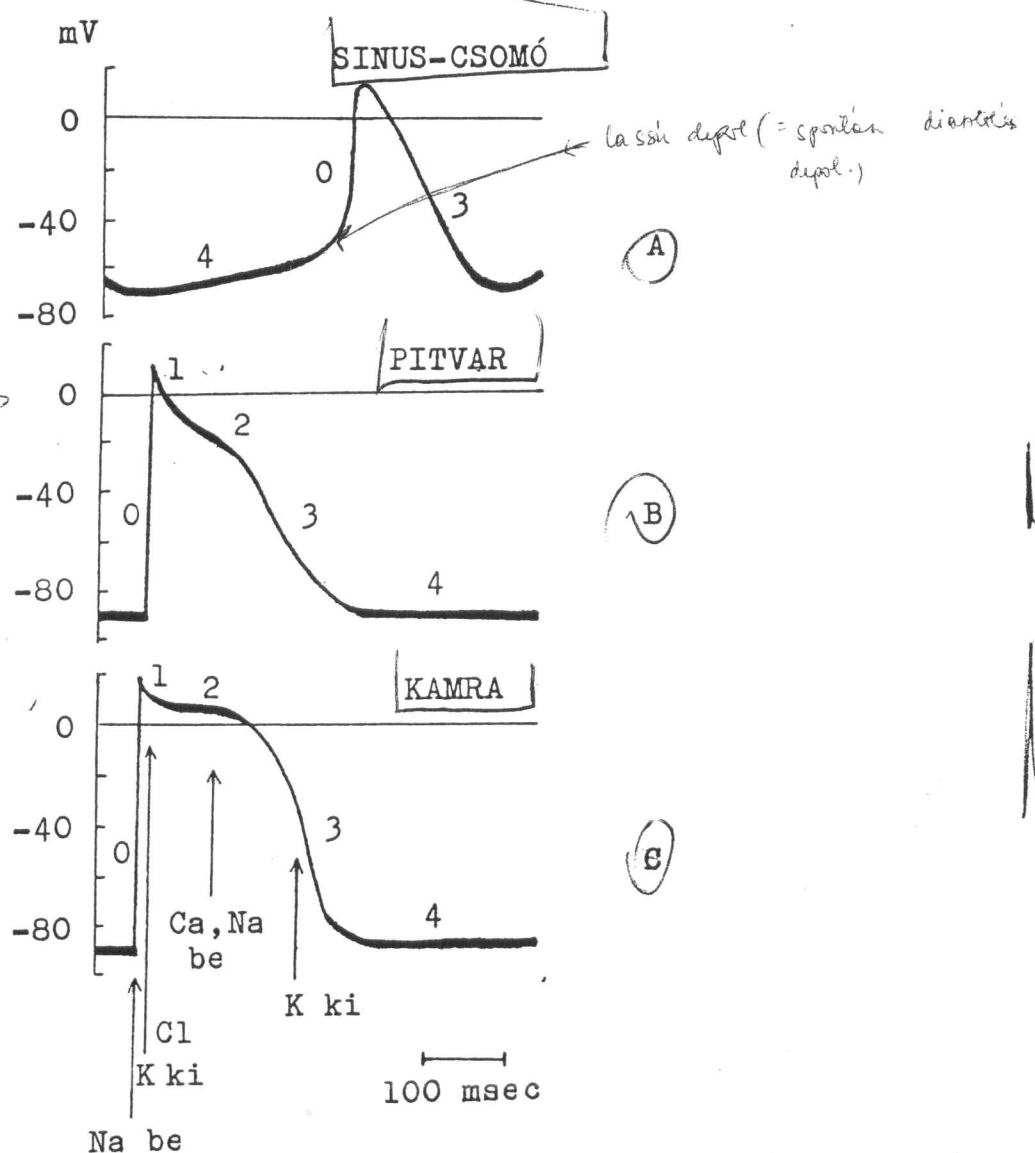
$$E_m = -60 \text{ mV (...)} \\ -90 \text{ mV (...)}$$

Ezt az egyensúlyi állapotot jellemzi a membrán két oldala között mérhető nyugalmi potenciál. Értéke normálisan a sinus-csomóban és az AV-csomóban kb. -60 mV , az egyéb területeken kb. -90 mV . Ez az érték az intracelluláris potenciált jellemzi az extracellulárishoz képest. Ha a szívmemória membránját külső inger éri - és az inger erőssége bizonyos határt, az ún. ingerküszöböt meghaladja - akciós potenciál keletkezik. Az akciós potenciál létrejöttét az teszi lehetővé, hogy az inger hatására

a sejtmembrán ionpermeabilitása hirtelen lényegesen megváltozik és a membrán két oldalán lévő ionok koncentráció- és elektrokémiai-potenciálgrádiensüknek megfelelően a membrán egyik oldaláról a másikra vándorolnak. Ennek során a sejtmembrán polarizációja megváltozik: polarizált állapotát elveszti (depolarizáció), sőt a nyugalmi helyzettel szemben külső oldala enyhén negatív töltésűvé válik a belsőhöz képest (1/B ábra).

Az akciós potenciál létrejöttékor a sejtbe áramló pozitív töltésű ionok a depolarizáció, a sejtől kiáramló pozitív töltésű ionok pedig a repolarizáció irányába hatnak. Az akciós potenciál a szívműködésben 5 fázisra osztható (2/B, C ábra). A 0-fázisban a membránpotenciál abszolút értéke rendkívül gyorsan csökken (un. gyors depolarizáció), ennek oka a sejtbe történő robbanásszerű Na^+ -beáramlás. Az ezt követő fázisban (1-fázis) a sejtől gyors K^+ -kiáramlás indul meg (un. gyors repolarizáció), ami a csúcspotenciál után gyors lefelé irányuló kitérést okoz. Ezután a depolarizáció lassabb, elhúzódó fázisa következik (2-fázis, plateau), melynek során a sejtbe Na^+ és Ca^{++} áramlik be. Ezt követően a sejtől további K^+ áramlik ki. A 4-fázisban az eredeti membránpotenciál elérésével a nyugalmi állapot helyreáll.

- 0: gyors depol.
 Na^+ be
- 1: gyors repl.
 K^+ ki
- 2: lassu depol. (= plateau)
 Na^+ , Ca^{2+} be
- 3: K^+ ki
- 4: nyug. áll. helyreáll



2. ábra

A sinus-csomó (A), a pitvar (B) és a kamra (C) akciós potenciál görbéje. Magyarázatot lásd a szövegben

Az eddig leírtak a pitvarok és kamrák munkaizomrostjaira és a Purkinje-rostokra vonatkoznak. Lényegesen más a helyzet a sinus-csomó és az AV-csomó sejtjeiben (2/A ábra).

A fentiekkel szemben a sinus-csomó sejtjeiben a nyugalmi potenciál alacsony (kb. -60 mV) és a 4-fázis alatt fokozatos, lassu depolarizáció (un. spontán diasztolés depolarizáció) figyelhető meg. Ebben a Na^+ -permeabilitás fokozatos növekedése és a K^+ -permeabilitás fokozatos csökkenése játszik szerepet. Nyugalmi állapotról tehát ezeknél a sejteknél nem beszélhetünk. A Purkinje-sejtekhez, vagy munkaizomrostokhoz viszonyítva a 0-fázis lényegesen lassabb (kevésbé meredek) és létrejöttében a Na^+ mellett a Ca^{++} beáramlás is fontos szerepet játszik. A gyors repolarizáció 1-fázisa hányzik és a lassu depolarizáció 2- és 3-fázisa nem különíthető el jól egymástól. A 4-fázisban észlelhető spontán diasztolés depolarizáció miatt ezekben a sejtekben akciós potenciál tehát külső inger hiányában is létrejön; a sejtek automáciára, spontán ritmusos működésre képesek, ami a szív működés egyik alapfeltétele.

Az ingerképző sejtekből kiinduló akciós potenciál a szív ingerületvezető rendszerében tovaterjedve munkaizomrostok tömegét hozza ingerületbe.



3. ábra

Az elektromos impulzus terjedésének iránya és az EKG-n látható kitérés közötti viszony

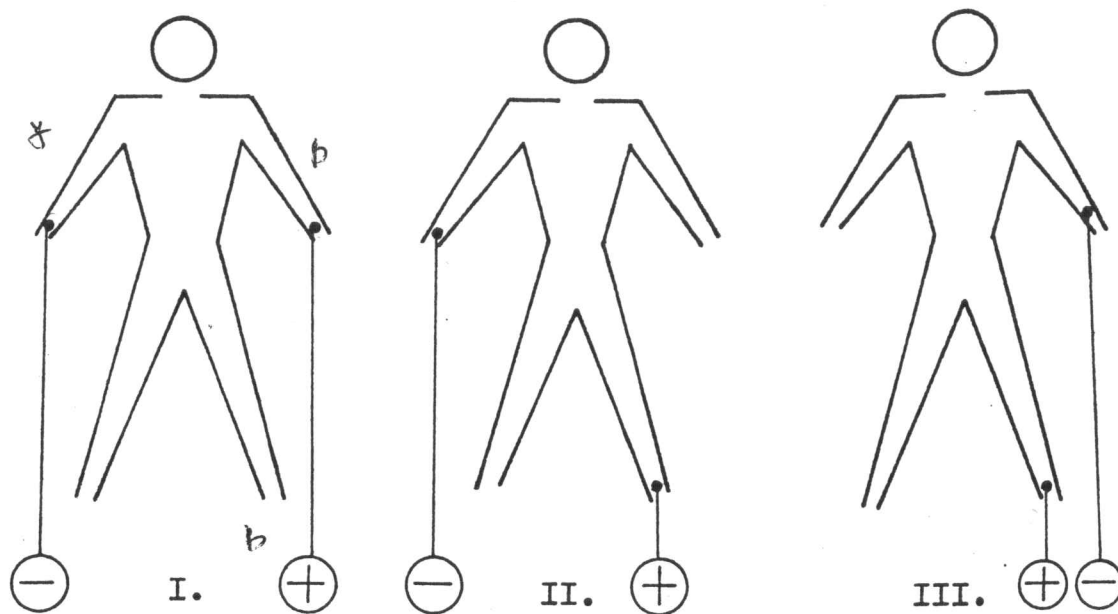
Az EKG (elektrokardiogram) nem más, mint a szívizomsejtek tömegében keletkező akciós potenciálok összegének leképezése a testfelületen.

A szív elektromos működését a klinikai gyakorlatban a test különböző pontjaira helyezett elektródák segítségével észleljük.

Ha az elektromos impulzus egy unipoláris elektróda, vagy egy bipoláris elektróda pozitív pólusa felé halad, a regisztráló készülék (galvanométer) tűje felfelé, pozitív irányba tér ki (3. ábra). Ha az elektromos impulzus az unipoláris elektródától, vagy a bipoláris elektróda pozitív pólusától távolodik, a galvanométer tűje negatív irányba, lefelé tér ki.

Az EKG észlelésére leggyakrabban a következő elvezetések (elektróda pozíciókat és viszonyításokat) használják: Einthoven-féle standard I, II, III elvezetés / Goldberger-féle aVR, aVL, aVF elvezetés és Wilson-féle V_1 - V_6 elvezetés.

A frontális síkban lévő elvezetések: az I, II, III elvezetést STANDARD, vagy első alkalmazójáról EINTHOVEN elvezetéseknek is nevezik. A megfelelő elektródák a szívtől távol, a végtagokon vannak (4. ábra).



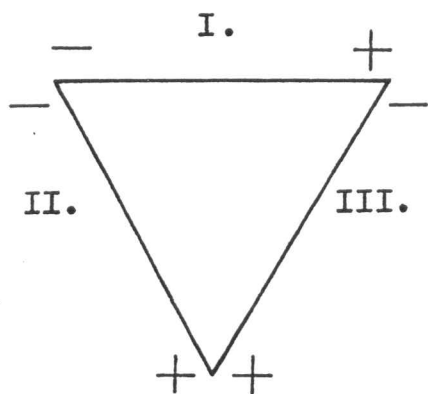
4. ábra

Az Einthoven-féle standard elvezetések

Standard I elvezetés: a jobb kar (negatív pólus) és a bal kar (pozitív pólus) elektródáiról történik (hagyományosan piros és sárga).

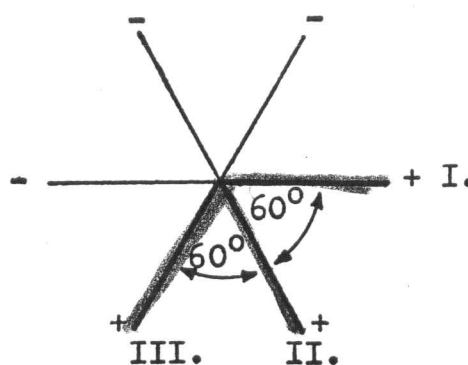
Standard II elvezetés: a jobb kar (negatív pólus) és a bal láb (pozitív pólus) elektródáiról történik (hagyományosan piros és zöld).

Standard III elvezetés: a bal kar (negatív pólus) és a bal láb (pozitív pólus) elektródáiról történik (hagyományosan sárga és zöld).



5. ábra

Az Einthoven háromszög



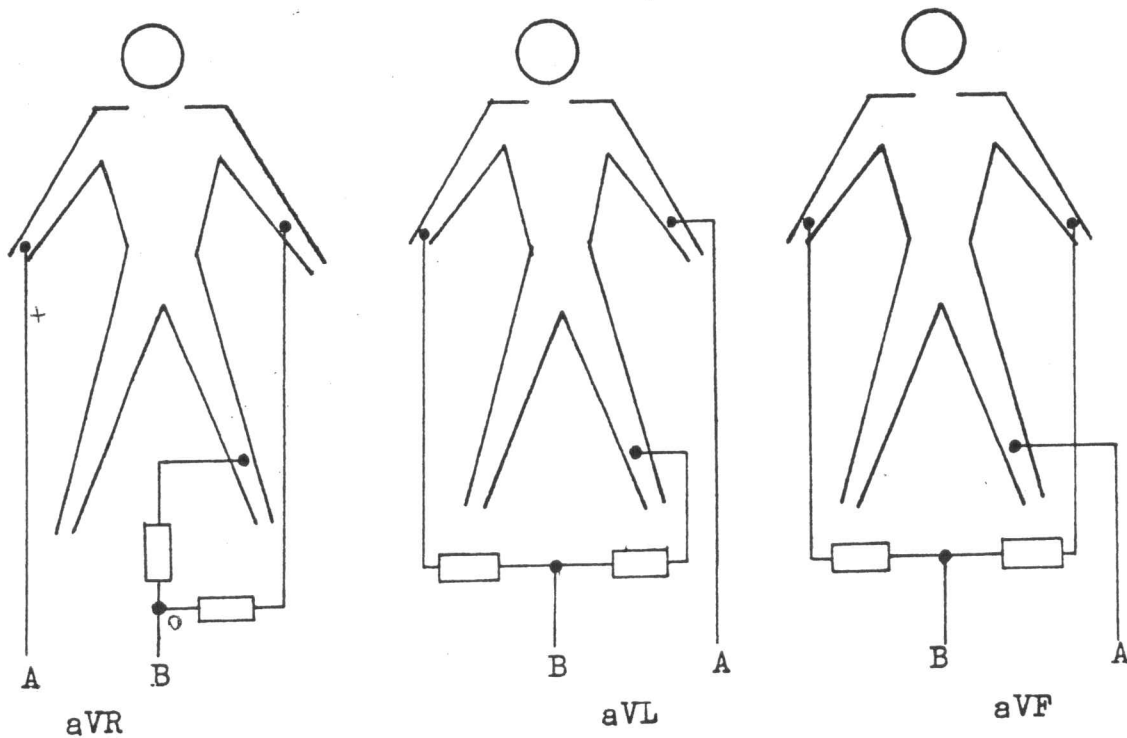
6. ábra

A standard elvezetésekből képzett triaxiális vonatkoztatási rendszer

Az Einthoven elvezetések bipolárisak, mivel két, egy pozitív és egy negatív elektromos pólus közötti potenciálkülönbség-változást regisztrálnak. Mivel az egyes elvezetések távolsága a szívtől megközelítőleg egyenlő, az egyes elvezetések tengelyéből egyenlő oldalú háromszög, az Einthoven-háromszög képezhető (5. ábra)..

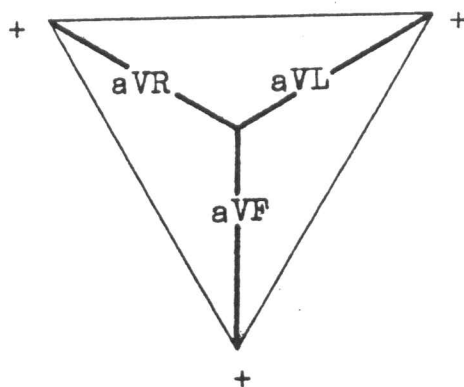
A szív elektromos impulzusainak grafikus ábrázolására azonban jobban használható az egyazon O pontból felvett vonatkoztatási rendszer, amit triaxiális vonatkoztatási rendszernek is neveztünk. Itt az egyes elvezetések szögei 60° -ot zárnak be egymással (6. ábra, előző oldalon!)

A frontális síkban lévő másik három elvezetést (aVR, aVL, aVF) Goldberger-féle unipoláris elvezetéseknek is nevezzük. Ezek lényege: az elvezetések pozitív pólusa (A) valamelyik végtag (jobb kar, bal kar, bal láb), a másik két végtagi elvezetés összege pedig az ugynevezett O potenciál (B). A megfelelő elvezetéseknél az egyik végtag pozitív potenciálját viszonyítjuk a végtagok O (negatív pólus) potenciáljához (7. ábra).



7. ábra
A Goldberger-féle unipoláris elvezetések

Az unipoláris végtagi elvezetések tengelye tehát a bal váll, jobb váll, bal alsó végtag és az Einthoven-háromszög középpontja között húzható meg (8. ábra).



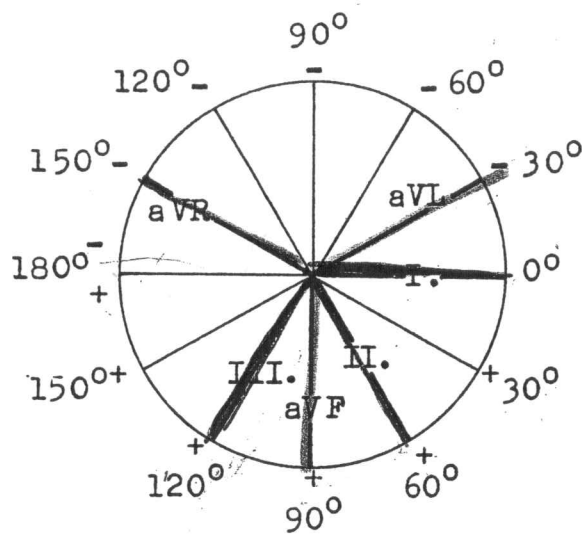
8. ábra

Ha az Einthoven-elvezetések triaxiális referencia rendszerét a Goldberger-féle unipoláris elvezetések triaxiális rendszerével kombináljuk, egy hexaaxiális referencia rendszer képezhető, mely a fenti 6 elvezetést a frontális síkban ábrázolja.

Megállapodás szerint a kör alsó felének a fokbeosztás pozitív, a felsőn negatív (9. ábra, következő oldal!). A fenti fokbeosztás előjeleit ne keverjük össze az egyes elvezetések pozitív és negatív pólusaival

Az Einthoven háromszög és a Goldberger-féle vonatkoztatási rendszer kombinációja; a hexaaxiális referencia rendszer

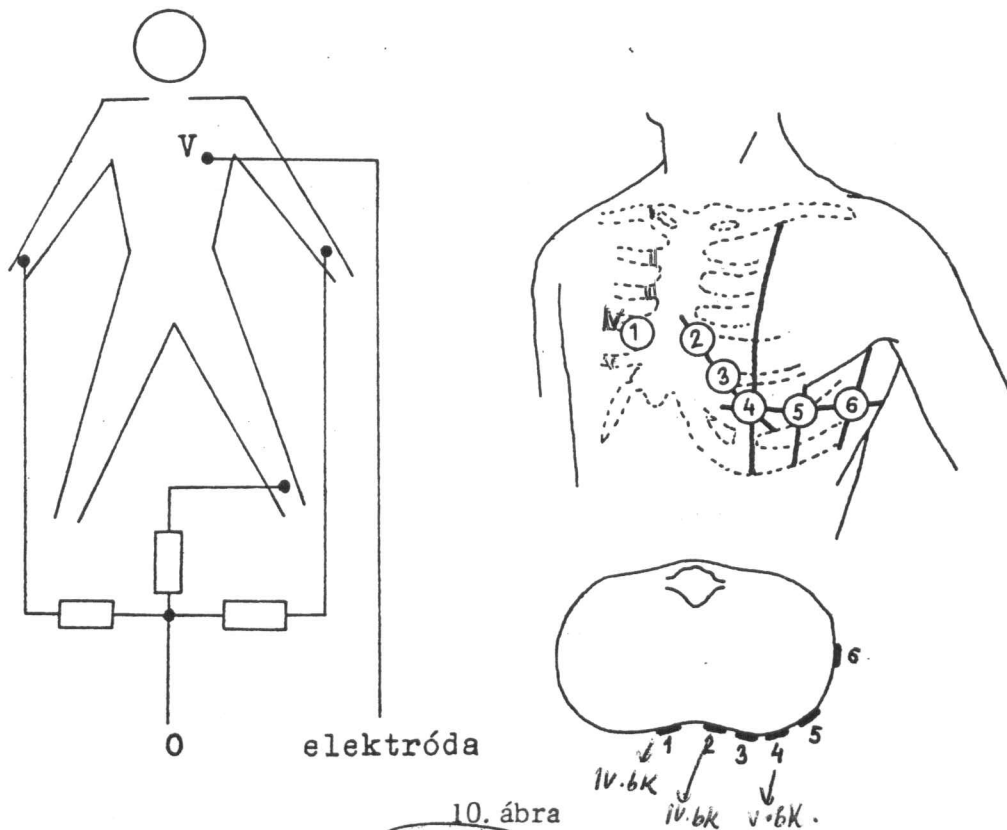
front.: Einthoven
goldb.
horizont = $V_1 - V_6$



9. ábra

Az egy pontból felvett hexaaxiális referencia rendszer

A horizontális síkban lévő elvezetések: az unipoláris mellkasi elvezetéseket Wilson-féle elvezetéseknek is nevezik. Ezek lényege, hogy a mellkas egy bizonyos pontjára helyezett elektródát viszonyítják három végtagi elektróda (jobb és bal kar, bal láb) által képzett 0 potenciálhoz (10. ábra).



10. ábra

A Wilson-féle unipoláris mellkasi elvezetések

A V₁-elvezetésnél az elektróda helye a IV. bordaközben a sternum jobb széle.

A V₂-elvezetésnél az elektróda helye a IV. bordaközben a sternum bal széle.

A V₃-elvezetésnél az elektróda helye a V₂ és V₄ között van.

A V₄-elvezetésnél az elektróda helye az V. bordaközben, a medioclavicularis vonalban van.

A V₅-elvezetésnél az elektróda helye a V₄ magasságában, az elülső hónaljvonalban van.

A V₆-elvezetésnél az elektróda helye a V₄ magasságában, a középső hónaljvonalban van.









2. Az egyes EKG-kitérések (hullámok) nomenklaturája

Az EKG-n észlelhető egyes hullámokat önkényesen, nemzetközi megegyezés szerint nevezték el. A pitvari aktivációt jelző, normálisan a QRS-komplexust megelőző első pozitív vagy negatív (attól függ, hogy melyik elvezetésben regisztráljuk) hullámot P-hullámnak nevezzük. A P-hullámot követő első negatív hullámot Q-val, az első pozitív irányu hullámot pedig R-rel jelöljük. A közvetlenül az R után következő negatív hullámot S-nek nevezzük.

Ha a QRS-komplexus nem három, hanem több hullámból áll, akkor folytatjuk a fenti jelölési elvet, és minden további pozitív hullámot R', R'' betűkkel, minden negatív hullámot S', S'' betűkkel jelölünk. QS-nek nevezzük a kizárólag negatív (r-t, vagy R-t nem tartalmazó) kitérésből álló komplexust.

A QRS-t követő hullámot, T, az ezt közvetlenül követő hullámot U-hullámnak nevezzük.

A hullámok nagyság szerint úgy különböztethetők meg, hogy a nagy hullámokat nagybetűkkel (Q, R, S), a kis hullámokat pedig kisbetűkkel (q, r, s) jelöljük (11. ábra).

							
R	qR	RS	Rs	rS	qRs	QS	rSr'

11. ábra

Néhány példa a különböző alaku QRS-ek nomenklaturájára

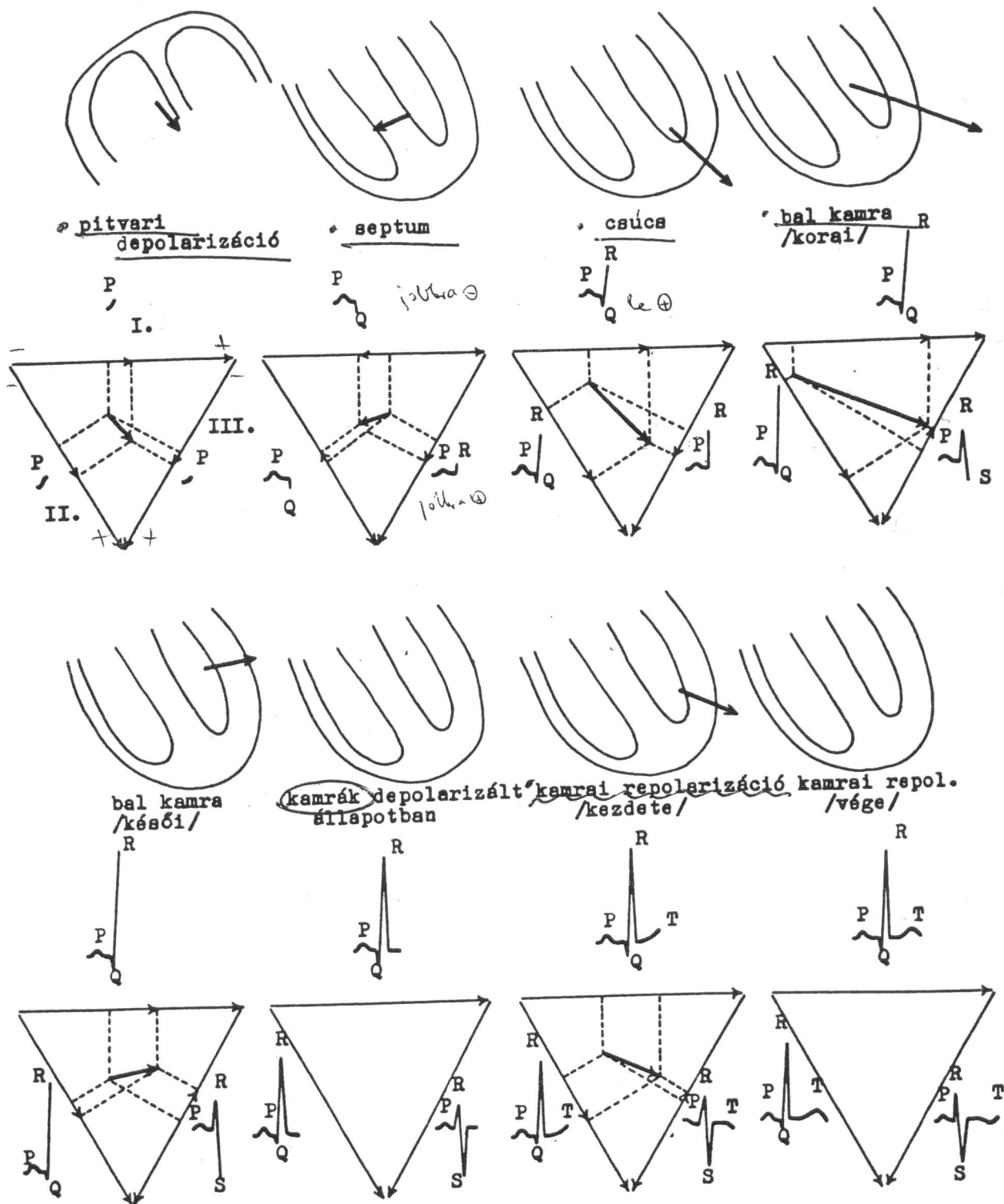
3. Az EKG egyes alkotóelemeinek magyarázata

A pitvari és a kamrai EKG alapvetően két részből, a depolarizációból és repolarizációból áll. A depolarizáció során a szívmusclek ingerületbe kerülnek, polarizált állapotukat elvesztik, a repolarizáció során pedig az eredeti ingerlékenységi állapot helyreáll.

- Pitvar → P hullám
- pitvari repol. → PQ
- kamrai tonzát elpr. → QRS
- kamrai repol. → ST; T hullám

par. v.

QT = QRS utd. → T hullám vége



12. ábra

Az EKG és a szív különböző részeinek aktivációja közötti kapcsolat

Az ingerület, amely a szívműködést vezérli, normálisan a sinus-csomóban keletkezik, amely a jobb pitvarban helyezkedik el. A sinus-csomó automatikusan percenként 60-80 impulzust ad le, normál nyugalmi körülmények között. A sinus-csomó működésének a feltételei EKG-n sincs jele.

A sinus-csomó által képzett ingerület a pitvarokra terjed. A pitvarizomsejtek depolarizációját az EKG-n a P-hullám jelzi.

$P_{\text{hullám}} = P_{\text{hullám}}$

A pitvari repolarizációnak a PQ-szakasz felel meg. A pitvarokból az ingerület az AV (pitvar-kamrai)-csomón, a His-kötegen, a Tawara-szárazon keresztül jut a kamraizomrostokhoz. Az ingerületvezető rendszer lehetővé teszi, hogy nagy szívműködésű területek közel egy időben kerüljenek ingerületbe. Ez a megfelelő mechanikus működés, a perctérfogat fenntartásának egyik alapvető feltétele.

A P-hullám kezdetétől a QRS kezdetéig mért távolság a PQ-távolság (vagy PR-távolság), amely a pitvarokról a kamrára való ingerületterjedés időtartamát jelzi. Normálisan a szívfrekvencia fokozódásával a PQ-távolság csökken. A QRS a kamraizomzat depolarizációja által keletkezik. Létrejött a frontális sík elvezetésekben a 12. ábrán látható. A ST-szakasz és T-hullám a kamrai repolarizációt jelzi. A QT-szakasz az elektromos szisztolénak felel meg, annak az időtartamnak, amely alatt a kamraizomzat depolarizációja és repolarizációja teljessé válik. A QT-szakaszt a QRS kezdetétől a T-hullám végéig mérjük. A QT-szakasz hossza (időtartama) a szívfrekvencia, a nem és az életkor függvénye. Normálisan a QT-szakasz a szívfrekvencia növekedésével arányosan rövidül. Az adott szívfrekvenciához tartozó normál QT-t a Bazett-formula segítségével számíthatjuk ki:

$$\text{korrigált QT, vagy } QT_c = \frac{QT \text{ (s)}}{\sqrt{RR\text{-intervallum (s)}}}$$

A pillanatnyi szívfrekvenciához tartozó normál QT-időtartamok az I. táblázatból olvashatók le. Az U-hullám keletkezésének pontos mechanizmusa tisztázatlan.

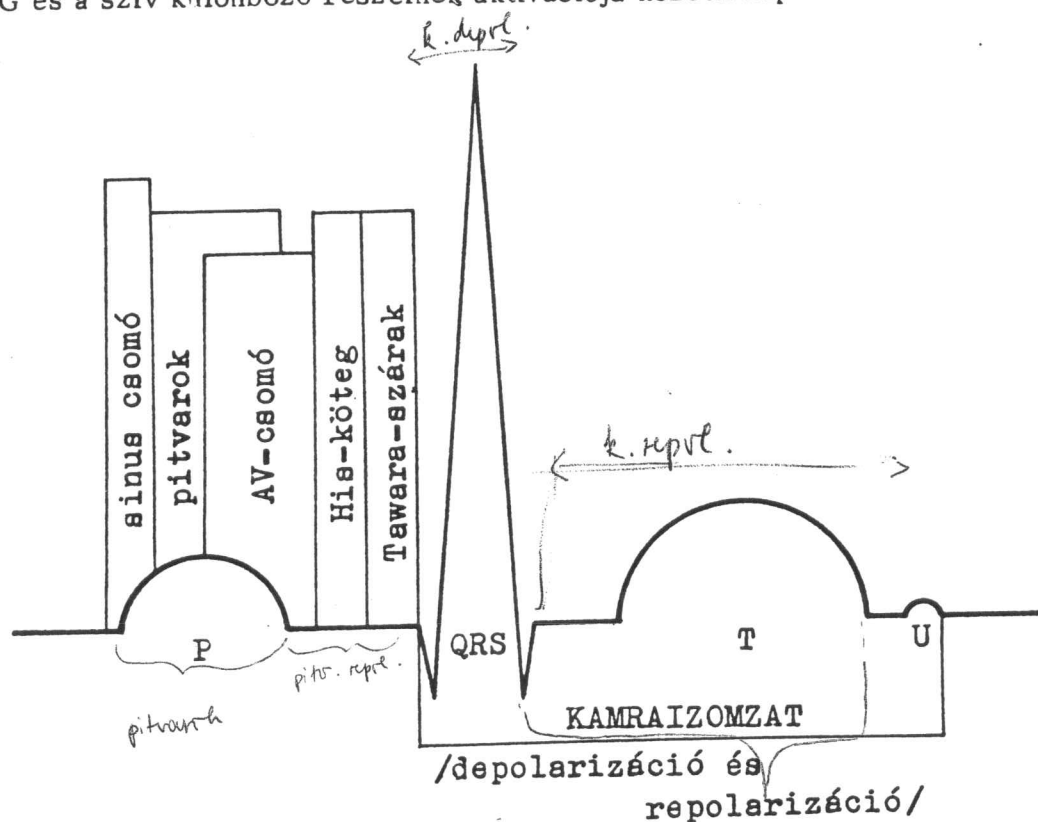
I. táblázat

A QT-távolság és a szívfrekvencia összefüggése normális körülmények között

szívfrekvencia	QT-távolság (sec)		
	alsó határ	középérték	felső határ
40	0,42	0,45	0,50
43	0,39	0,44	0,49
46	0,38	0,43	0,48
48	0,37	0,42	0,47
50	0,36	0,41	0,46
52	0,35	0,41	0,46
55	0,34	0,40	0,45
57	0,34	0,39	0,44
60	0,33	0,39	0,43
63	0,32	0,38	0,42
67	0,31	0,37	0,41
71	0,21	0,36	0,41
75	0,30	0,35	0,39

szívfrekvencia	QT-távolság (sec)		
	alsó határ	középérték	felső határ
80	0,29	0,34	0,38
86	0,28	0,33	0,37
93	0,28	0,32	0,36
100	0,27	0,31	0,35
109	0,26	0,30	0,33
120	0,25	0,28	0,32
133	0,24	0,27	0,30
150	0,23	0,25	0,28
172	0,22	0,23	0,26

Az EKG és a szív különböző részeinek aktivációja közötti kapcsolat a 13. ábrán látható.



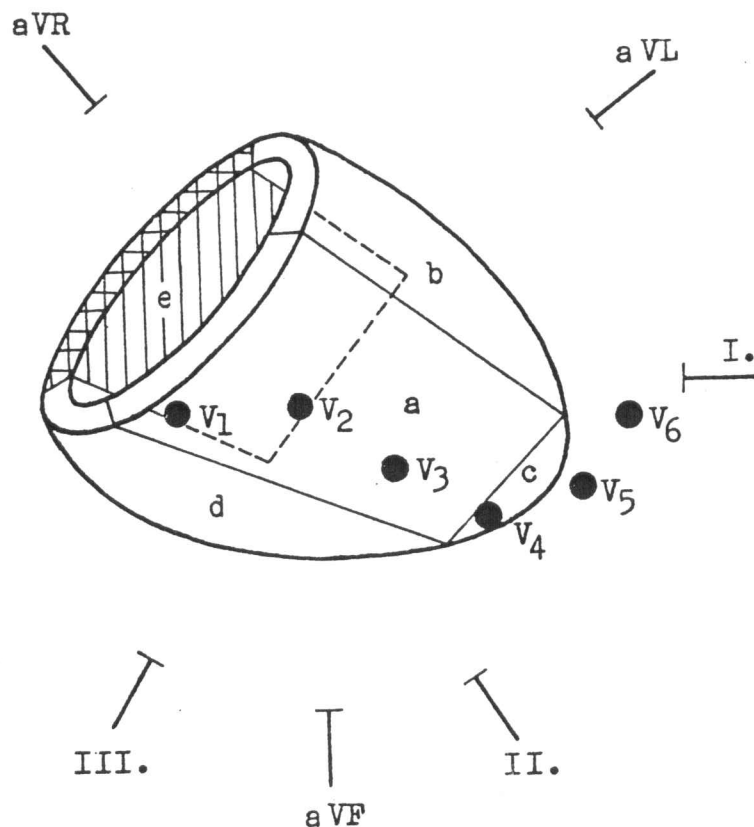
13. ábra

Az egyes szívizomrészek aktivációjának sorrendje és a standard elvezetésekben létrejövő EKG viszonya

4. Az egyes EKG-elvezetések orientációja

Az eddigiekből már részben kiderült, hogy az egyes EKG elvezetések különböző irányból "néznek rá" a szívre.

Az I, II, III, aVR, aVL, aVF elvezetések a frontális sík különböző pontjain, a V_1 - V_6 elvezetések a horizontális sík különböző pontjain helyezkednek el. Ennek az a következménye, hogy az egyes elvezetésekből a szív elektromos működésének más-más vetülete látszik, az egyes elvezetések mintegy elektromosan "feltérképezik" a szívet.



14. ábra

A bal kamra és az EKG elvezetések orientációja. Magyarázatot ld. a szövegben

A 14. ábra a bal kamrát és az egyes elvezetések hozzá viszonyított helyzetét mutatja. Mivel a bal kamra izomtömege jóval meghaladja a jobb kamrát, az elektromos mező ill. EKG létrejöttében uralkodó szerepet játszik.

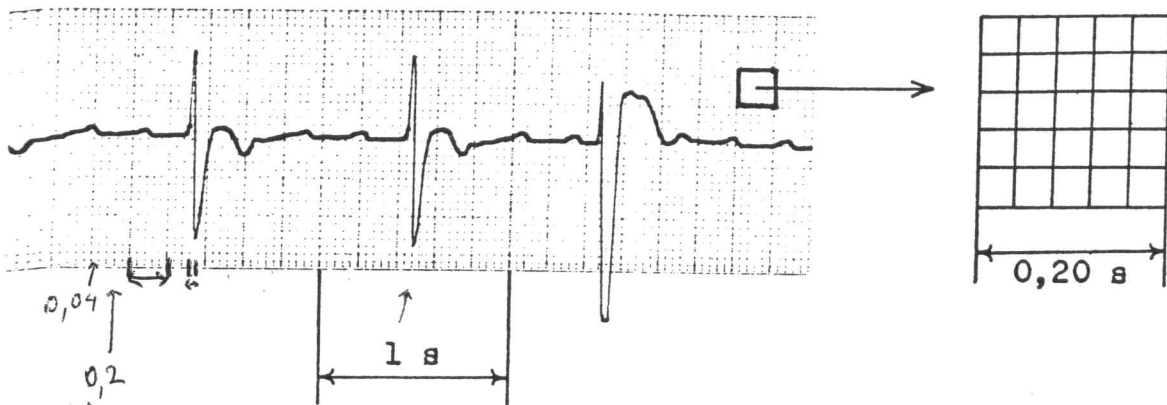
A bal kamrát különböző régiókra osztjuk, az egyes elvezetések más-más régióra "néznek":

- anteroseptalis régió: a V_1 , V_2 , V_3 , V_4 elvezetések,
- anterolateralis vagy superior régió: I, aVL elvezetések,
- apicalis régió: V_4 elvezetés (lehet V_3 , vagy akár V_6 is a szívcsucs elhelyezkedésétől függően),
- inferior régió: II, III, aVF elvezetések,
- posterior régió: elvezetés közvetlenül nem néz rá, működésének zavarára a V_1 , V_2 , esetleg még a V_3 , V_4 elvezetésekből következtethetünk.

5. Az EKG-görbe egyes szakaszainak időtartama, a szívfrekvencia meghatározása

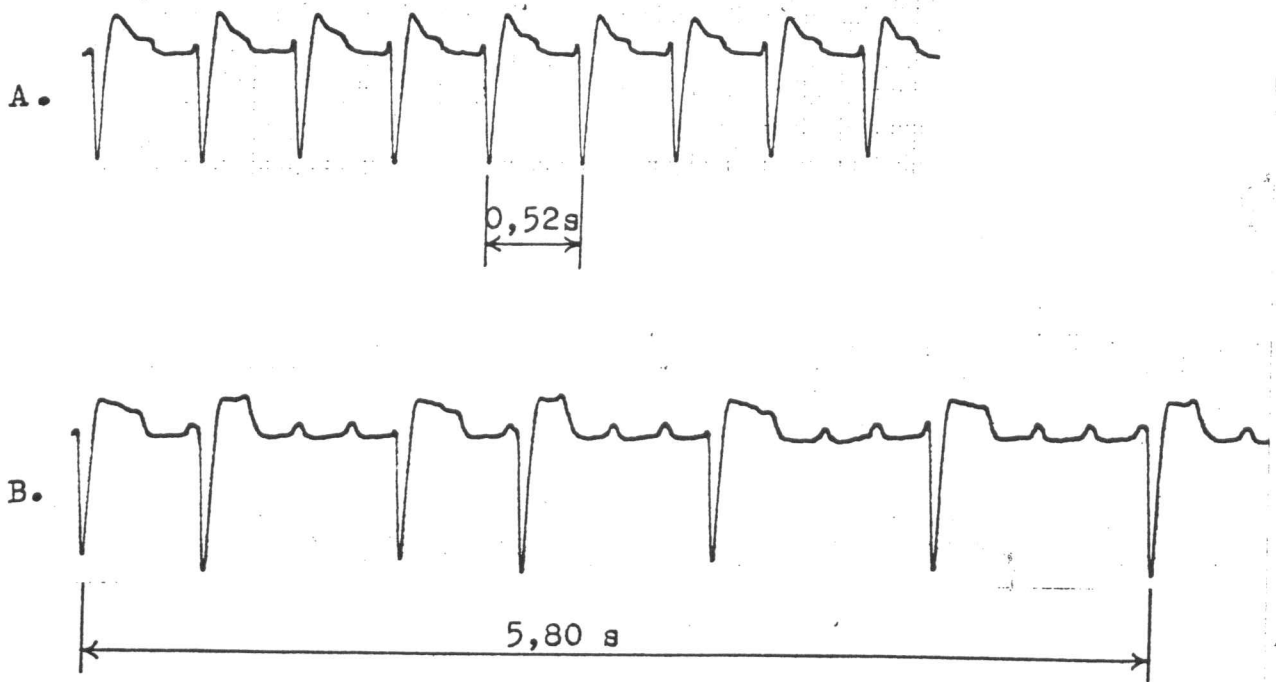
Az elektrokardiogramot hagyományosan leggyakrabban 25 mm/s papirsebességgel regisztráljuk (15. ábra). Az EKG papíron 1 mm-es kis, és 5 mm-es nagyobb kockák láthatók. 25 mm/s papirsebesség esetén a papíron

1 sec megfelel 5 nagyobb kockának
 0,2 sec megfelel 1 nagyobb kockának
 0,04 sec megfelel 1 kiskockának.



15. ábra

Időintervallumok az EKG-n 25 mm/s papirsebességnél



16. ábra

A) Példa a szívfrekvencia számítására szabályos szívműködés esetén. Ebben az esetben az RR-intervallum 0,52 sec, $60:0,52=115$, tehát a szívfrekvencia 115/min. Más-képpen számolva: az RR-intervallum 13 kiskocka, $1500:13=115$, az eredmény így is azonos.

16. ábra: B) A szívműködés szabálytalan, a figyelembe vett első és utolsó R-hullám közötti időintervallum 5,80 sec. Eközben 6 RR-ciklus zajlott le, az átlagos RR-távolság így: $5,80:6=0,97$ sec. $60:0,97 = 62$, tehát az átlagos szívfrekvencia 62/min. Másképpen számolva: az első és utolsó R-hullám távolsága 29 nagykocka. Az átlagos RR-intervallum 4,8 nagykocka. $300:4,8 = 62$, az átlagos szívfrekvencia így is 62/min.

Szabályos szívműködés esetén a percenkénti szívfrekvencia kiszámítására három egyszerű módszer is használható:

1. Az RR-távolságot másodpercben fejezzük ki, és megnézzük, hogy ez az érték hányszor van meg hatvanban.

$$2. \text{ Frekvencia} = \frac{1500}{1 \text{ RR ciklus kiskockákban mérve}}$$

$$3. \text{ Frekvencia} = \frac{300}{1 \text{ RR ciklus nagykockákban mérve}}$$

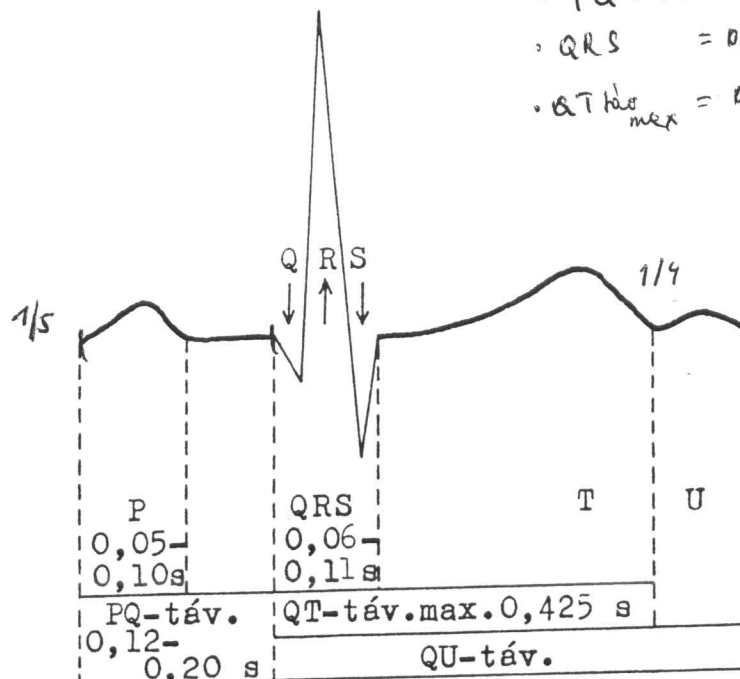
Szabálytalan szívműködés esetén csak az átlagfrekvencia határozható meg, lehetőleg minél több RR-intervallum figyelembevételével, a fentihez hasonló módon. Ilyenkor a számításba vett RR-ciklusokat a számolásnál figyelembe kell venni (16 ábra).

Némi gyakorlattal a szívfrekvencia az EKG-görbéről ránézéssel is jól becsülhető, ha figyelembe vesszük a következőket: ha az RR-ciklus

- | |
|-----------------------------------|
| 1 nagykocka, a frekvencia 300/min |
| 2 nagykocka, a frekvencia 150/min |
| 3 nagykocka, a frekvencia 100/min |
| 4 nagykocka, a frekvencia 75/min |
| 5 nagykocka, a frekvencia 60/min |

Nem egész számú koc-
kánál a frekvencia ér-
telemszerűen az alsó
és felső nagykocka-
érték közé esik.

Az egyes EKG-részek
időintervallumait mu-
tatja (80/min frekven-
ciánál mért átlagér-
tékek) a 17. ábra.



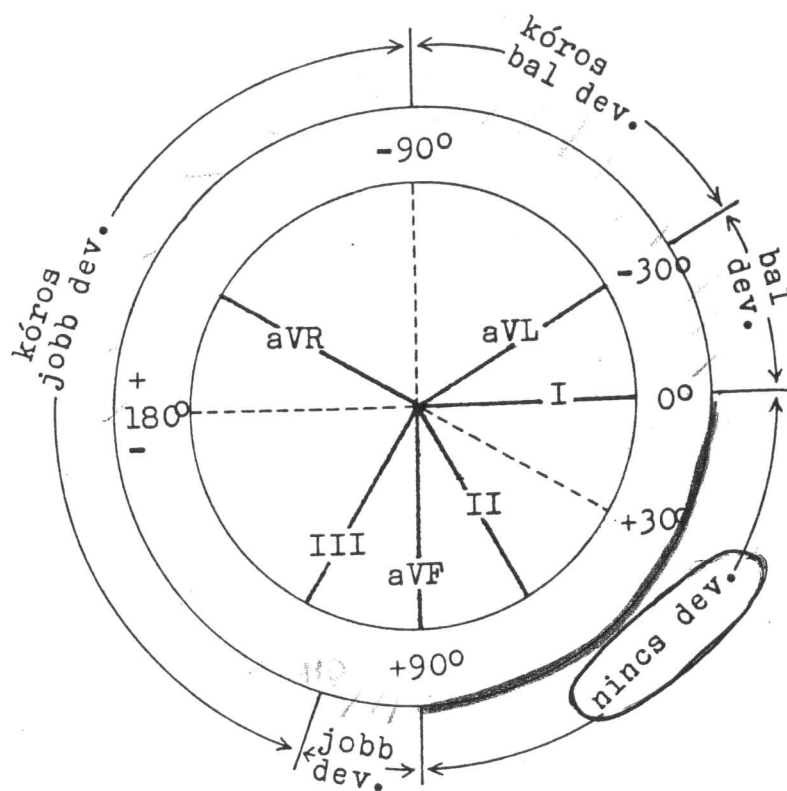
17. ábra

Fontosabb időintervallumok az EKG-n.

6. Az elektromos főtengely fogalma

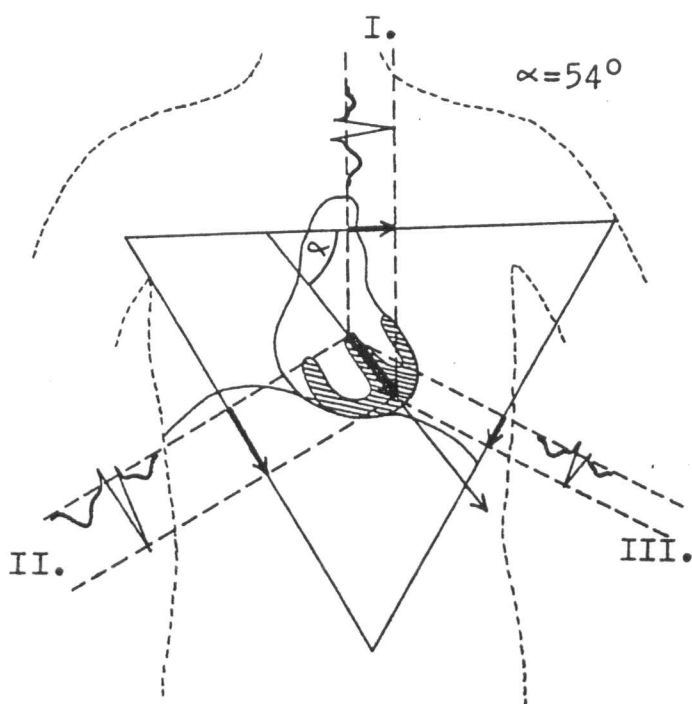
Mint már az eddgiekből kiderült, a szivizomzat aktivációja során az ingerület terjedésének iránya és az ingerületben lévő izomsejtek tömege (az ingerület nagysága) állandóan változik. Az olyan változót, amelynek nagysága és iránya van, vektornak nevezzük. Ilyen vektorok láthatók a 12. ábrán az egyes szivizomrészek aktiválódásának időbeli ábrázolásánál.

Az elektromos főtengely a szív megfelelő területe aktivációjának átlagos iránya és nagysága a szivciklus alatt.



18. ábra

Normális és kóros QRS-főtengely állások a hexaaxiális referencia rendszerben



19. ábra

A QRS-főtengely és frontális síku vetület vektorai a standard elvezetésekben

A QRS-komplexusokból képzett főtengetyből (ezt használjuk a leggyakrabban) a kamrák és ezáltal a szív helyzetére, az egyes kamrák izomtömegére, a kamrai aktiváció normális vagy kóros voltára következtethetünk. A QRS főtengety a frontális síkban, a hexaxiális referencia rendszerben is ábrázolható.

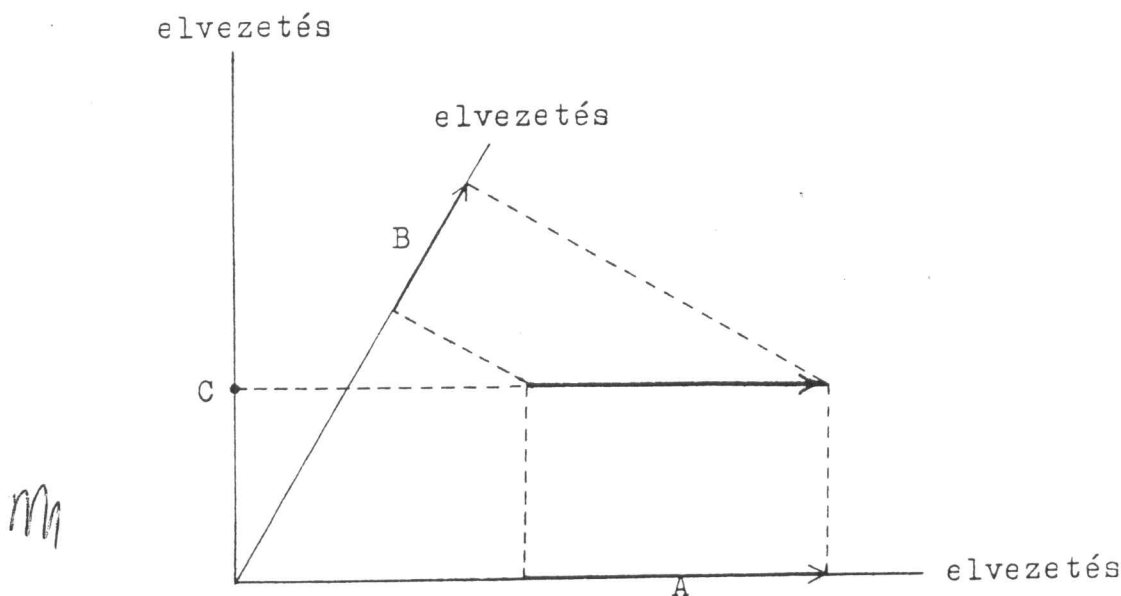
Az egyik általánosan elfogadott megállapodás alapján:

- normális tengelyállás - a QRS-főtengety 0° és $+90^\circ$ között,
- bal deviáció - QRS-főtengety 0° és -30° között,
- kóros bal deviáció - a QRS-főtengety -30° és -90° között,
- jobb deviáció - a QRS-főtengety $+90^\circ$ és $+110^\circ$ között,
- kóros jobb deviáció - a QRS-főtengety $+110^\circ$ és -90° között van (18. ábra előző oldal!)

A klinikai gyakorlatban a frontális sík, lineáris QRS-főtengety meghatározását a következőképpen végezzük:

1. Az alapelv az, hogy a frontális síkban lévő elvezetések (I, II, III, aVR, AVL, aVF) tartalmazzák az elektromos főtengety vetületeit, amelyekből annak frontális síkban lévő irányára és nagyságára következtetni lehet (19. ábra előző oldalon!)

Ha az elektromos főtengety vektora az észlelő elvezetéssel párhuzamos, akkor a kitérés ebben az elvezetésben maximális lesz (20. ábra/A). Ha a főtengety vektora és az észlelő elvezetés szöget zár be, ez a szög nem 90° -os, akkor a kitérés nagysága csökken (20. ábra/B). Ha a bezárt szög éppen 90° , akkor a főtengety vetülete csupán egy pont, ezért ebben az elvezetésben kitérés nem látható, vagy a negatív és pozitív kitérések vektori és algebrai összege 0 lesz.



20. ábra

Egy vektor vetületeinek létrejötte a különböző elvezetésekben. Magyarázatot ld. a szövegben

3. A frontális siku EKG-elvezetések közül az elektromos főtengely ránézésre is jó közelítéssel meghatározható. Ha ugyanis találunk olyan elvezetést, ahol a QRS nagysága jóval kisebb, mint a többiben, és a pozitív és negatív irányú kitérések összege közel 0, akkor a főtengely megközelítőleg merőleges lesz erre az elvezetésre és szöge a hexaaxiális referencia rendszerben meghatározható (22. ábra). Ha a fenti kritériumoknak megfelelő elvezetés nem található, akkor a legnagyobb netto pozitív kitérésű QRS-komplexust tartalmazó frontális siku elvezetést kell megkeresni; a főtengely ezzel közel párhuzamos.
4. Az elektromos főtengely helyzete pontosabban is meghatározható a standard I. és III. elvezetésben mérhető kitérések számértékének figyelembevételével.

7. A normális 12-elvezetéses EKG

Norm.: $QVR \rightarrow QRS \ominus, P \ominus, T \ominus$

~~Norm.: $QVR \rightarrow QRS \oplus, P \oplus, T \oplus$~~

Végtagi elvezetések

Az EKG komplexusok normál értékeiről már szó volt. A kitérések alakja és nagysága nagymértékben az elektromos tengelyállás függvénye. Középállású frontális siku R-tengely esetén az aVR elvezetéstől eltekintve a fő QRS kitérés pozitív (felfele) irányú és a legnagyobb a II ill. aVL elvezetésben. Horizontális tengelyállás esetén I, II és aVL elvezetésben dominálón pozitív, III, AVF elvezetésben negatív QRS vektor látható. Ha a tengelyállás vertikális, II, III és AVF elvezetésben dominálón pozitív, I, aVL-ben negatív QRS vektor látható. Normális körülmények között aVR-ben negatív P, QRS és T-hullám figyelhető meg.

Kis, negatív T hullám normálisan is előfordulhat III, aVF elvezetésben.

Mellkasi elvezetések

A jobb oldali (V₁-V₃) elvezetésekben rendszerint kis r-hullám és mély S-hullám (rS-komplexusok), a bal oldali (V₅-V₆) elvezetésekben kis q-hullám, nagy R-hullám és kis s-hullám (qRs) látható. Az R-hullámok amplitúdója V₁-től V₄-ig, vagy V₅-ig progresszíven nő, majd csökken. Az S hullámokkal a helyzet fordított. Azt az elvezetést, amelyben az R/S arány már megközelíti az 1-et (az R-hullám amplitúdója eléri az S-hullámét) átmeneti zónának nevezzük. Az átmeneti zóna normálisan a V₃-V₄ elvezetésnél van. Ha a szív helyzete hossz tengelye mentén történő rotációval megváltozik, akkor az óramutató járásával egyező irányú rotáció esetén (a szívcsucs felől nézve értendő) az átmeneti zóna balra tolódik (un. horalis rotáció), fordított irányú rotáció esetén (un. antihorális rotáció) az átmeneti zóna jobbra tolódik (e fogalmakat lásd még a 15. fejezetben!).

V₁-V₃ rS
V₅-V₆ rS

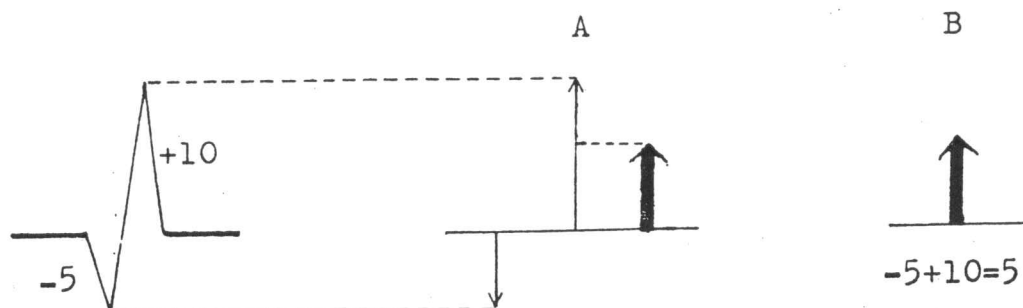
QS-komplexus előfordulhat normálisan is V₁-ben, néha V₂-ben. Ugyancsak ritka variáns lehet V₁-ben a nagy R-hullám, vagy RSR' jelleg (keskeny QRS-sel!).

QS

Kisfokú junkcionális ST-depresszió (1 mm-nél nem mélyebb) mind a végtagi, mind pedig a mellkasi elvezetésekben előfordulhat. Ugyancsak normál variáns a többi elvezetésben látható, felfelé konkáv ST-eleváció széles alapú, magas, pozitív T-hullámokkal (un. korai repolarizáció).

A T-hullám 30 éves kor alatt negatív lehet V₁-V₃ elvezetésekben, később V₁-ben. Igen ritka normál variáns a csucs környékén (V₃, vagy V₄ elvezetés) látható izolált T-hullám negativitás. Egy normális, 12 elvezetéses EKG látható a 23. ábrán.

2. Adott elvezetésben a kitéréseket úgy számítjuk, hogy a QRS pozitív és negatív komponenseit vektoriálisan összegezzük (21. ábra/A), vagy előjelhelyes algebrai összegüket képezzük (21. ábra/B).

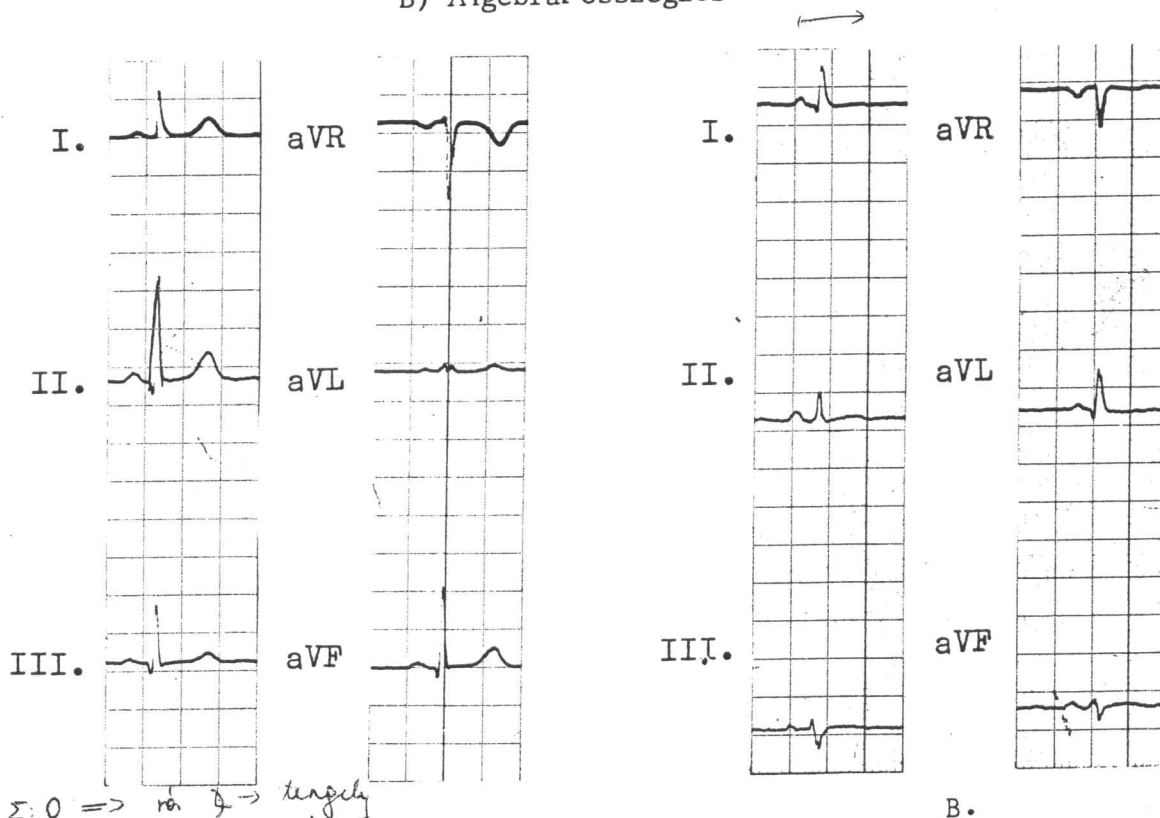


21. ábra

A QRS-vektorok helyes összegzésének módjai

A) Vektori összegzés

B) Algebrai összegzés



B.

ahol $\Sigma: 0 \Rightarrow$ n. \rightarrow tengely
A.

ahol max. \Rightarrow n. \rightarrow tengely

22. ábra

Az elektromos főtengely meghatározása ránézéssel a frontális síku elvezetésekből
A) Az aVL elvezetésben a netto QRS-kitérés közel 0. Mivel az aVL -30° -nál van, az elektromos főtengely szöge erre merőlegesen kb. $+60^\circ$. Ezt az is alátámasztja, hogy a legnagyobb netto pozitív kitérés a II. elvezetésben van, ennek szöge szintén $+60^\circ$.

B) Az aVF elvezetésben a netto QRS-kitérés közel 0. Mivel az aVF $+90^\circ$ -nál van, az elektromos főtengely szöge erre merőlegesen kb. 0° . Az I. elvezetésben látjuk a legnagyobb pozitív netto kitérést, amelynek szöge szintén 0° .

norm.: aVR : \ominus T, QRST,

lehut \ominus T III, aVF-ken is

R: $V_1 \rightarrow V_{4,5}$ \uparrow azjda

S: $V_1 \rightarrow V_{4,5}$ \downarrow

átmeneti zóna (R/S ~ 1) norm.: V_{3-4}

RS

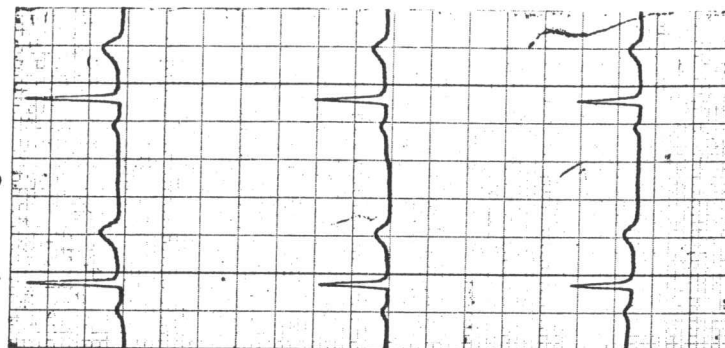
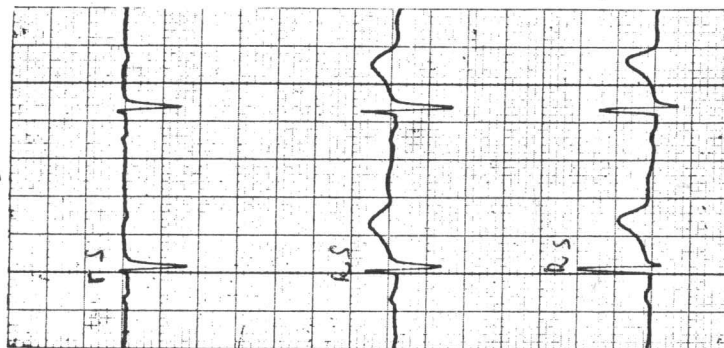
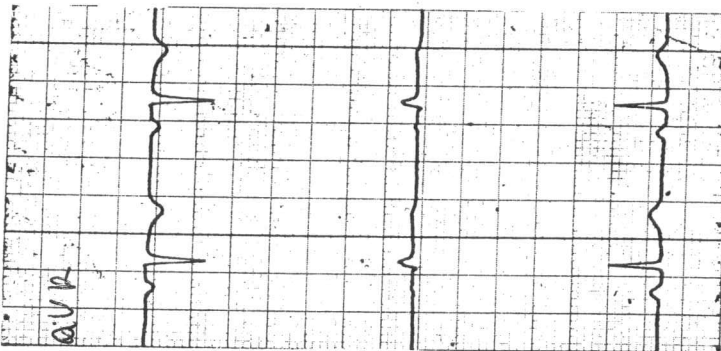
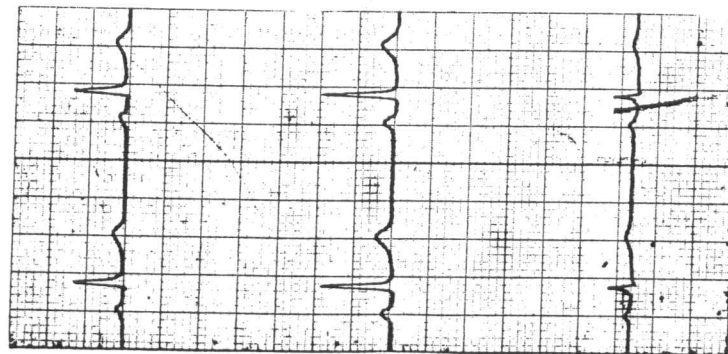
qRS

I - III

R - F

$V_1 - V_3$

$V_4 - V_6$



R II

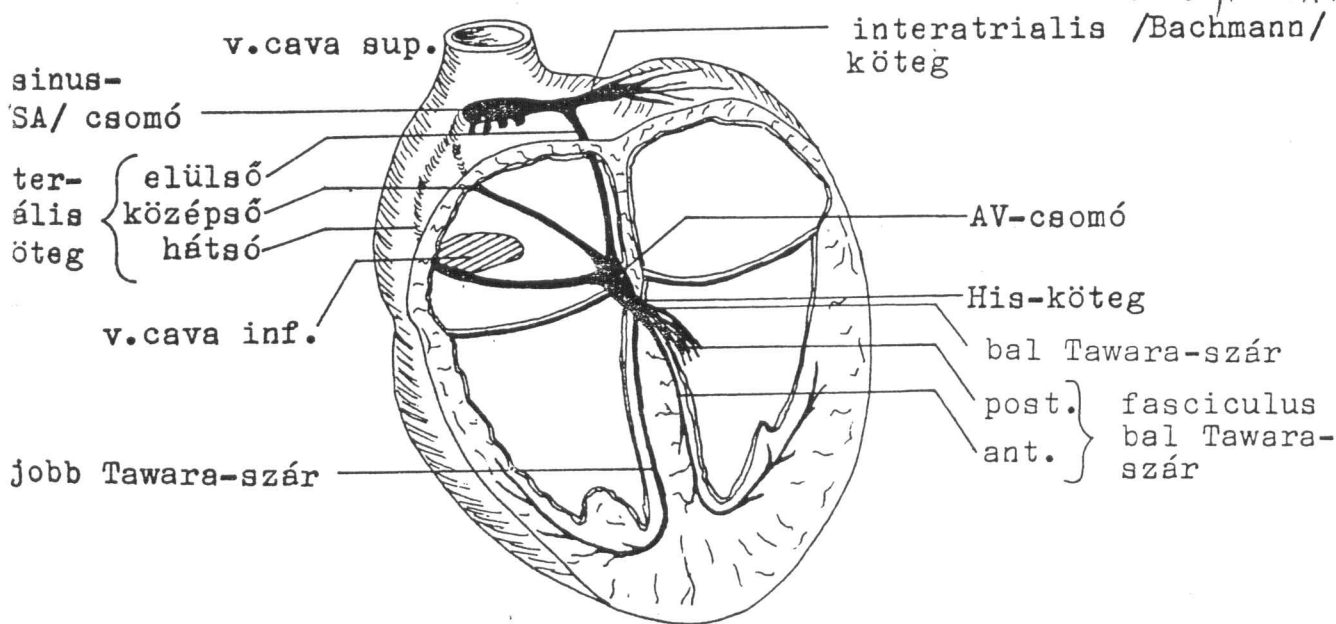
23. ábra

Példa a normális, 12-elvezetéses EKG-ra

8. A szív ingerképző és ingerületvezető rendszerével kapcsolatos legalapvetőbb anatómiai és élettani fogalmak

A szív az izomsejtjeinek összehúzódásához szükséges ingereket maga "termeli". A jobb pitvarban található a sinus-csomó (sinoatrialis, SA-csomó), amely a szív fő "karmestere", percenként átlagosan 60-80 ingerületet képez. Az ingerület a sinus-csomót elhagyva a pitvarizomzaton keresztül (ennek jele a P-hullám) eléri az AV-csomót (atrio-ventricularis csomó). Az AV-csomó a jobb pitvarban a tricuspidalis billentyű mellett és felett, a pitvari válaszfal jobb oldalán helyezkedik el. Az AV-csomó folytatása a His-köteg, amely a pitvarok és kamrák közti területen áthaladva a kamrai válaszfal felső részében jobb és bal Tawara-szárra oszlik. A His-kötegben is vannak ingereket termelő (pacemaker) sejtek, amelyek percenként kb. 50-szer képesek ingerületet képezni. Ha a sinus-csomó működése kiesik, a His-köteg pacemaker sejtjei veszik át a szív működés vezérlését. Az AV-csomó - His-köteg környékén lévő sejtcsoportot AV-junctionnak is nevezik. A Tawara-szárok Purkinje-rostokban folytatódnak, amelyek a szívműködés endokardiális felszíne felől az epikardiális felszín felé haladnak át. (24. ábra).

Pacemaker: SA
 • AV junction (AV csomó, His köteg)
 • Taw. szárok, P. rostk?



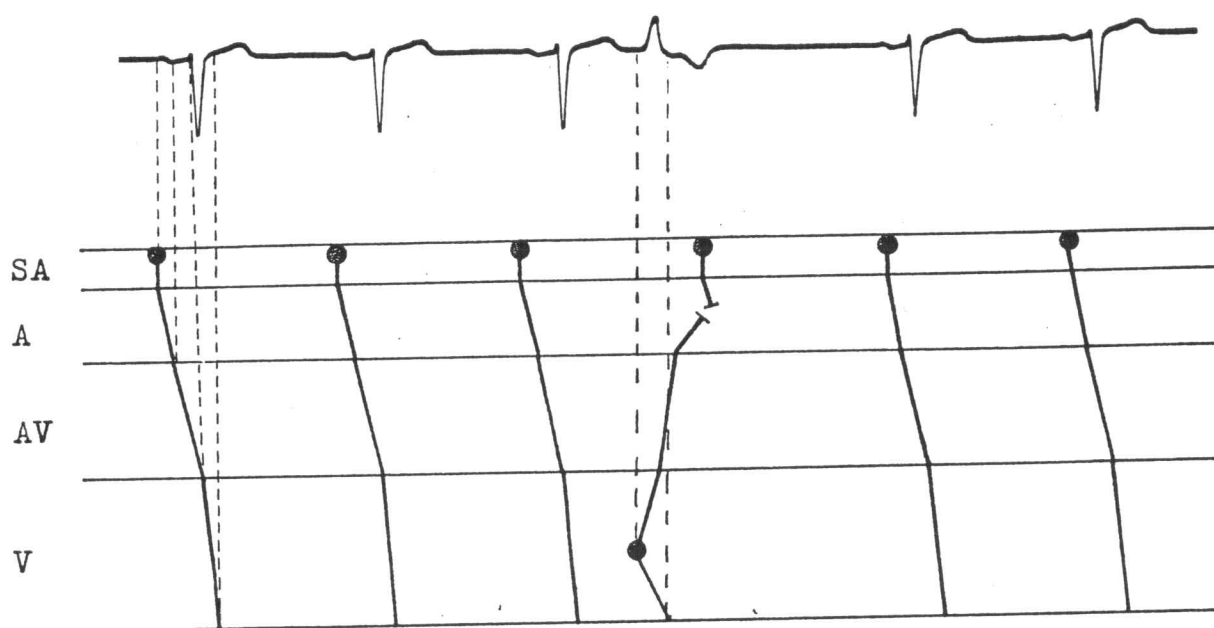
24. ábra

A szív ingerképző és ingerületvezető rendszerének sematikus ábrázolása

A Tawara-szárok és Purkinje-rostok is képezhetnek szívműködést vezérlő ingerületeket, ha a felsőbb részek működése kiesik. Ingerképzési frekvenciájuk alacsony, általában 25-40/min. Általánosságban elmondhatjuk, hogy minél távolabb van egy pacemaker hely a fő (sinus) pacemakertől, ingerképzési frekvenciája annál alacsonyabb. Normális körülmények között nem tudnak "érvényesülni", mivel a náluk szaporábban működő sinus-pacemaker állandóan kisüti őket. Kóros esetben a szív bizonyos területein kóros kisülések jönnek létre, ezeket extraszisztoléknak nevezzük.

9. A létra-diagram fogalma

A létra-diagram a szív ritmuszavarainak könnyebb megértését szolgáló EKG-ábrázolási mód. Lényege, hogy az ingerképzésben és az ingerület terjedésében résztvevő főbb anatómiai területeket (sinus-csomó, pitvarok, AV-csomó, kamra) feltüntetve az ingerület időbeli lefutását, keletkezésének helyét, terjedésének irányát ábrázolja (25. ábra).



25. ábra

Sinus ritmus, a harmadik sinus ütés után egy kamrai ES.

Az EKG görbe alatt a történetek létra diagramon is láthatók.

SA = sinus csomó (sino-atrialis csomó)

A = pitvar (atrium)

AV = AV-junkció

V = kamra (ventriculus)

10. EKG miokardiális infarktusban; miokardiális isémia, lézió, nekrozis

A miokardiális infarktus leggyakrabban a bal kamrát érinti. Jobb kamrai infarktus is előfordul önmagában, vagy bal kamrai infarktushoz társulva. Mivel azonban a jobb kamra izomtömege a bal kamráénál jóval kisebb, a jobb kamrai infarktusnak specifikus EKG-jele nincs, mert a bal kamra uralkodó elektromos mezeje elfedi a jobb kamra elektromos mezejében létrejött változásokat.

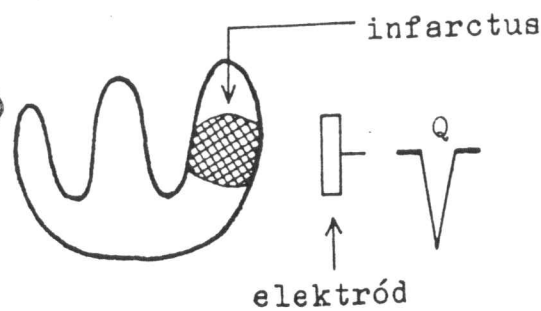
Az érintett szívizomterület centrális része elhal, nekrotizál. Az ezt körülvevő terület is károsodik, itt lézió jön létre. A ledált terület körül pedig vérellátási zavar, isémia van. A nekrozis kialakulásához órák, a hegyszövet kialakulásához napok kellenek. A miokardiális infarktusnak három fázisát különböztetjük meg:

1. A korai "hiperakut" fázis (az infarktus követő percek és első órák).
2. Teljesen kifejlődött fázis (az infarktus követő órák, napok, néha hetek).

Epikardiális → ST elev.
 Subendocard. → ST depr.

3. A rezolúció (oldódó, definitív) fázis (hetek, hónapok).

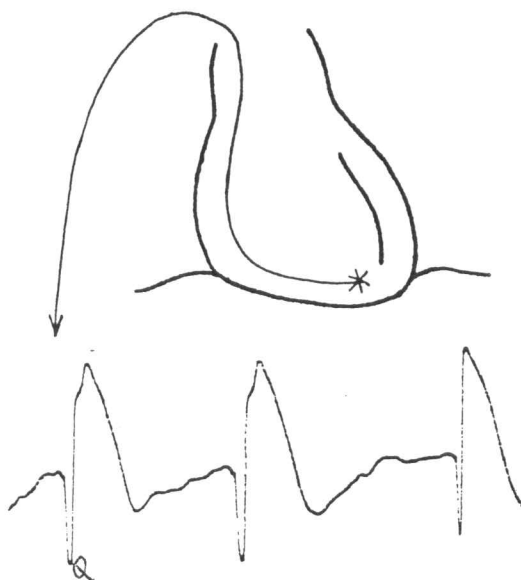
A nekrosis EKG jelei: az elhalt szövet elektromosan inaktív, sem depolarizációra, sem repolarizációra nem képes. Ha a kamra izomfala egy szakaszon teljes vastagságban elhal, transzmurális infarktusról beszélünk. Ilyenkor a kamrán egy "ablak" keletkezik, amelyen át a megfelelő elektróda "belát" a szív üregébe (26. ábra).



26. ábra

Miokardiális infarktusban a transzmurális nekrosisra néző elektródáról levezethető EKG-n patológiás Q-hullám látható

Az ablakra néző elektróda megközelítően azt "látja", amit a kamra üregébe helyezett unipoláris elektródáról (pl. pacemakerezés közben) EKG formájában elvezethetünk; széles Q-hullámokat ill. QS-komplexusokat. A nekrosis EKG-jele tehát a mély és széles Q-hullám, vagy QS-komplexus (27. ábra).



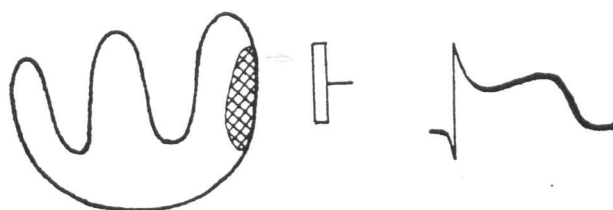
27. ábra

A kamrába vezetett elektródáról levezethető EKG-n normálisan is QS-komplexusok láthatók

A miokardiális lézió EKG-jelei: A lézió ST-szakasz elváltozást idéz elő. Az egyszerűség kedvéért a legfontosabb azt megjegyezni, hogy az ST-szakasz a ledált terület felülete felé deviál.

Ha tehát a lézió epikardiális, az ST-eltérés is az epikardiális felszín irányában jön létre, tehát az erre néző elvezetésben ST-elevációt észlelünk (28. ábra).

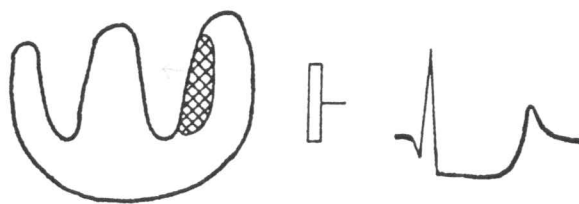
Ha a lézió szubendokardiális, a fentivel ellentétben a régióra néző elvezetésben ST-depressziót észlelünk (29. ábra).



28. ábra

Szubepikardiális isémia, vagy lézió esetén a területre néző elektródáról levezethető EKG-n ST-eleváció látható





29. ábra

Szubendokardiális isémia, vagy lézió esetén a területre néző elektródáról levezethető EKG-n ST-depresszió látható

②

Miokardiális infarktusban többnyire uralkodóan epikardiális lézió van, ezért a megfelelő területre néző elvezetésekben ST-elevációt észlelünk.

③

A miokardiális isémia EKG-jelei: az isémiás területre néző elvezetésekben T-hullám inverziókat észlelünk általában. Abban különböznek az isémia által létrejött T-hullámok az egyéb okok miatt létrejött T-hullám eltérésektől, hogy ék alakúak, szimmetrikus száruak. Az ilyen T-eket "koronária T"-nek is nevezik.

Az infarktus hiperakut fázisára jellemző: meredek, "dómszerű" ST-eleváció; magas, széles, pozitív T-hullám; megnövekedett kamrai aktivációs idő; néha a QRS-komplexus amplitudója megnő.

A teljesen kifejlődött fázisra jellemző: patológiás Q-hullám; ivelt ST-eleváció; szimmetrikus T-inverzió (30. ábra).

① T

② S-T elev.

③ path. Q

dóm. S-T elev.

koronary-T

A.

B.

Ischemia: T invert

lenio: ST eleváció

acute infarctus: dóm S-T elev., path. Q, ~~inverz T~~

subacute - " - : path. Q, coronary T

definitív infarctus: állandó Q hullám

infarctus

előtt

30. ábra

Sematikusan ábrázolt EKG az infarktus előtt, az infarktus hiperakut fázisában (A) és a teljesen kifejlődött fázisban (B)

Mit értünk patológiás Q-hullám alatt? Normálisan kis, keskeny q-hullám látható a bal mellkasi elvezetésekben, I, aVL elvezetésben bal deviáció esetén II, III, aVF elvezetésekben jobb deviáció esetén. Mély, széles Q-hullám, vagy QS-komplexus látható normálisan aVR és esetleg V₁-elvezetésekben.

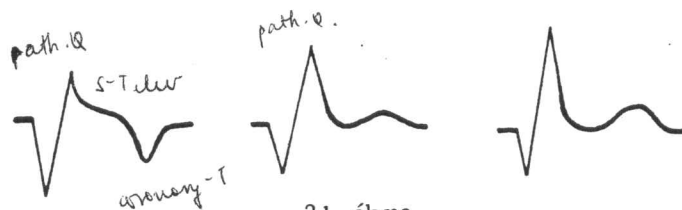
A patológiás Q-hullámok:

- szélesek, gyakran meghaladják a 0,03 sec-ot,
- mélyek, gyakran meghaladják a 4 mm-t,

aVR és V_1 -ben nem lővő a mély Q

- gyakran társulnak R-hullám redukcióval, sokszor mélyebbek, mint az őket követő R-hullám nagyságának 25 %-a,
- olyan elvezetésekben észlelhetők, ahol normálisan nincs széles, mély Q (tehát nem értékelhető kórosnak aVR- és V_1 -ben),
- patológiás Q-hullámok gyakran egyszerre több elvezetésben észlelhetők.

A rezolúciós fázis és régi infarktus jellemzői: patológiás Q-hullám; az ST-szakasz és T-hullám normalizálódhat, de kóros is maradhat (31. ábra).



31. ábra

A miokardiális infarktus rezolúciós fázisában észlelhető EKG-variációk
sematikus ábrázolása

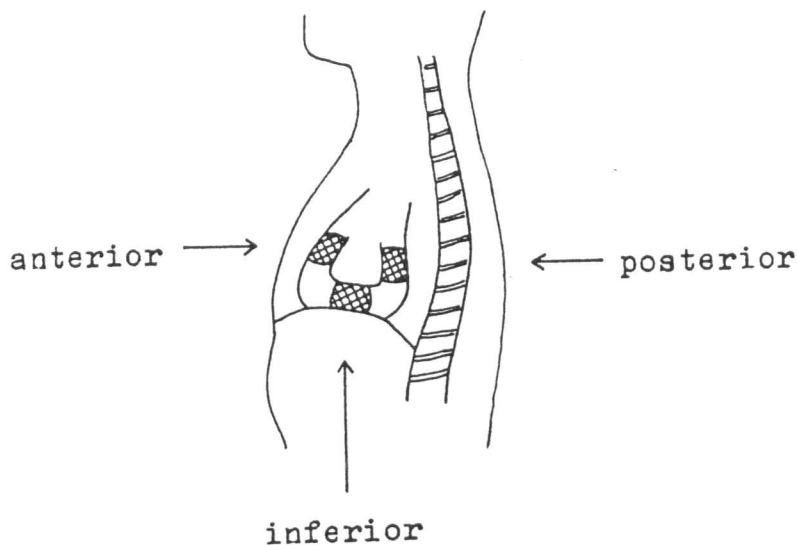
Ha az EKG-n a tipikus, teljesen kifejlődött fázisra jellemző eltérések: elsősorban ST-eleváció, patológiás Q-hullám, T-inverzió az infarktust követő 6 hónapon tul fennmaradnak, kamrai aneurizma gyanuja merül fel.
perist. S-T elev. (path. Q, T invert.)

11. A miokardiális infarktus elektromos lokalizációja

Az infarktus egyaránt érintheti a jobb és a bal kamra izomzatát. A csupán a jobb kamrafalat érintő infarktusok ritkák, kifejezett EKG-eltéréseket nem okoznak, mivel a bal kamrai EKG domináns voltánál fogva elfedi a jobb kamrai potenciálokban bekövetkező változásokat. Ezért ebben a fejezetben a bal kamra izomtömegét érintő infarktusokat tárgyaljuk csupán.

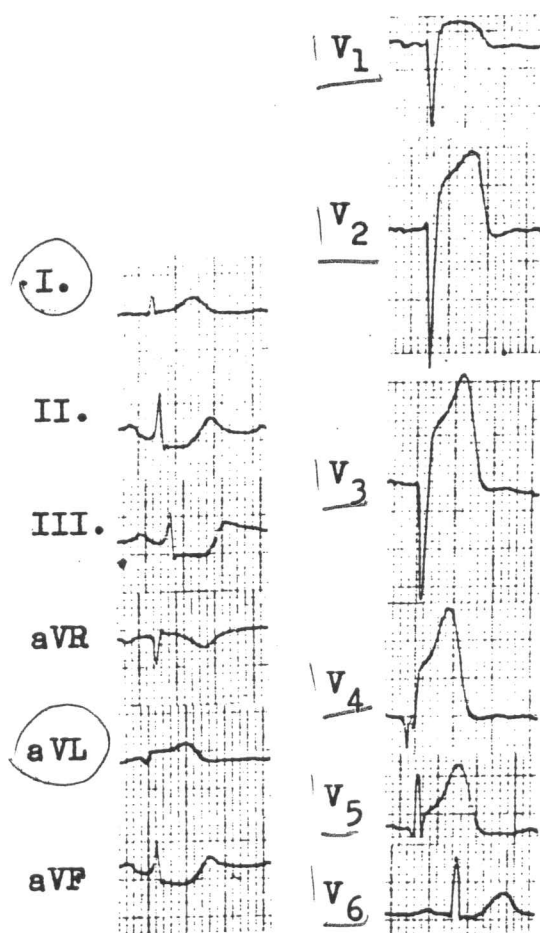
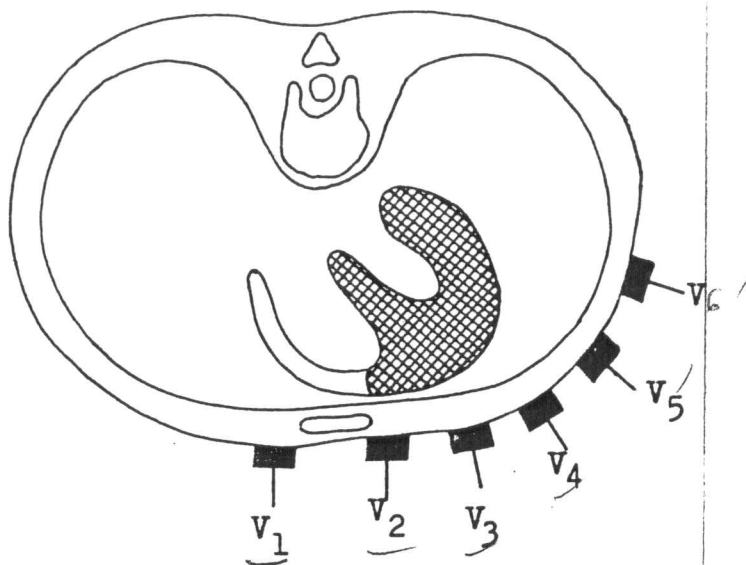
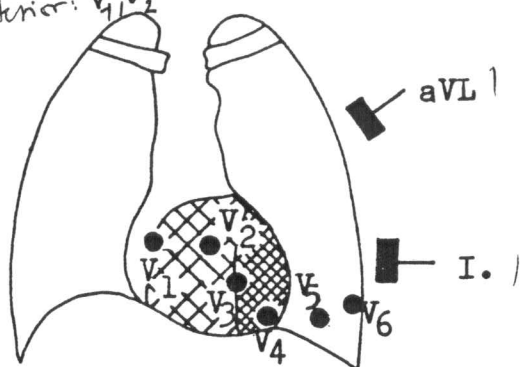
A bal kamrafal anterior, inferior és posterior régióinak infarktusáról beszélhetünk (32. ábra).

32. ábra
A miokardiális infarktus
három fő típusának loka-
lizációja

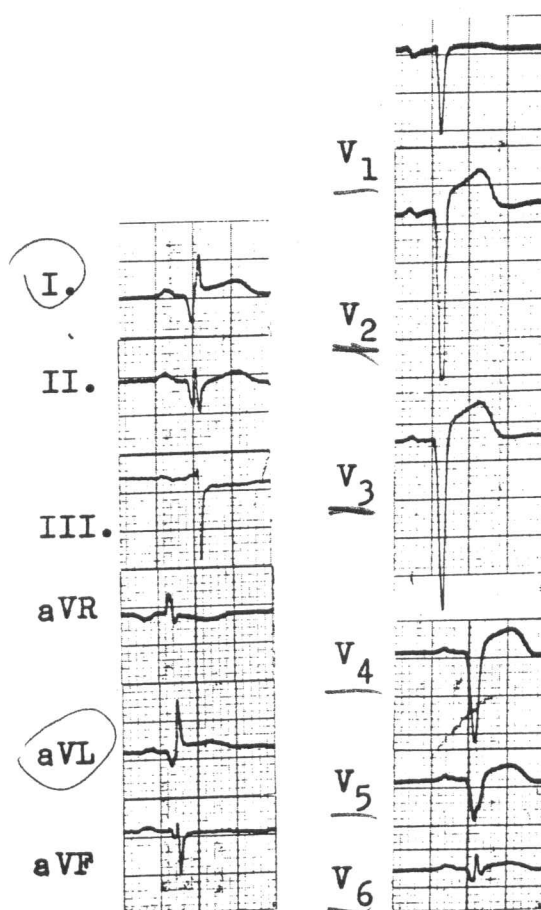


anteroseptalis: V₁, V₂, V₃
 anterolateralis (superior): I, aVL, V₄₋₆
 apicalis: V₄
 inferior: II, III, aVF
 posterior: V₁, V₂

magas lateralis: I, aVL



A.



B.

33. ábra

Az extenzív anterior miokardiális infarktus sematikus ábrázolása és EKG-képe

A) Akut fázis

B) Teljesen kifejlődött fázis

Az anterior infarktusok tovább oszthatók, finomabban elkülönítve a mellsőfal egyes régióit:

- extenzív anterior infarktus, I, aVL, V₁₋₆
- anteroseptalis infarktus, V₁₋₄
- anterolateralis infarktus, I, aVL, V₄₋₆
- magas lateralis infarktus, I, aVL
- apikális infarktus, V₃₋₄

Az infarktusokat EKG segítségével úgy lokalizáljuk, hogy megkeressük azokat az elvezetéseket, amelyekben az elsődleges infarktus jelek (patológias Q-hullám, ST-eleváció) megtalálhatók. A megfelelő elvezetések a szív megfelelő régióit reprezentálják, így az érintett régióra néző elvezetésből az infarktus elhelyezkedésére következtetni lehet.

Extenzív anterior infarktus

A bal kamra elülső falának nagy kiterjedésű elhalása.

Az infarktusra jellemző elsődleges eltérések az I, aVL, V₁₋₆ elvezetésekben jelennek meg (33. ábra, előző oldalon!)

Anteroseptalis infarktus

Az interventrikuláris-septum elülső részének és a mellső fal ehhez közeli területeinek elhalása. Az elsődleges eltérések a V₁₋₄ elvezetésekben alakulnak ki (34. ábra, következő oldal).

Anterolateralis infarktus

A bal kamra elülső-öldalsó falának elhalása. Az elsődleges infarktus jelek az I, aVL, V₄, V₅ és V₆ elvezetésekben észlelhetők (35. ábra, 33. oldalon!)

Magas lateralis infarktus

A bal kamra felső-külső területe hal el. Az elsődleges infarktus jelek csupán az I és aVL elvezetésekben láthatók (36. ábra, 34. oldalon!)

Apikális (csucsi) infarktus

A szívcsucs környékének elhalása. Kis kiterjedésénél fogva csak V₃ vagy V₄ elvezetésekben van EKG jele (37. ábra, 35. oldalon!)

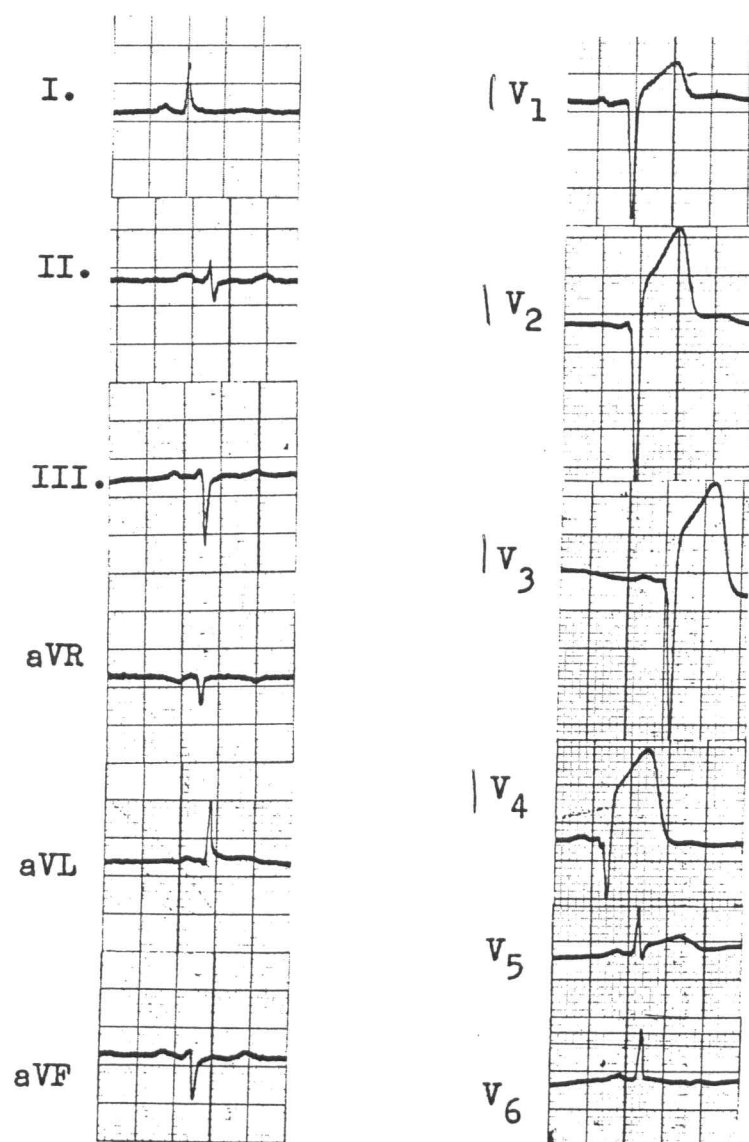
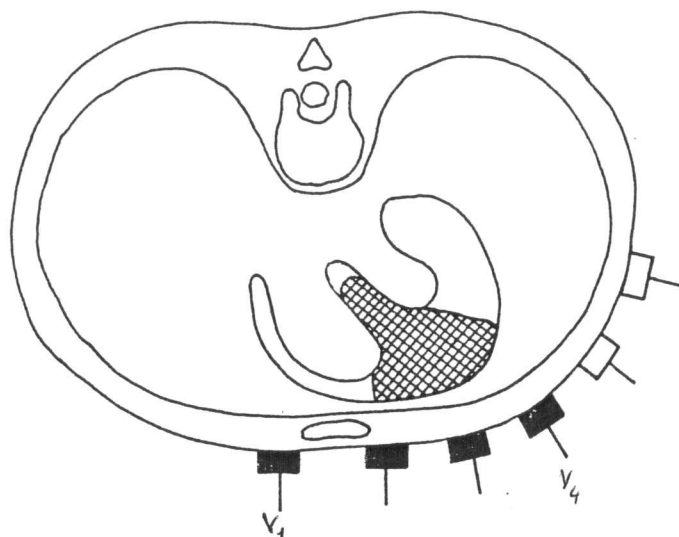
Inferior (diafragmatikus), alsófali infarktus

A szív alsó, rekeszi felszínének az elhalása. Elsődleges EKG-jele a II, III, aVF elvezetésekben van (38. ábra, 36. oldalon!)

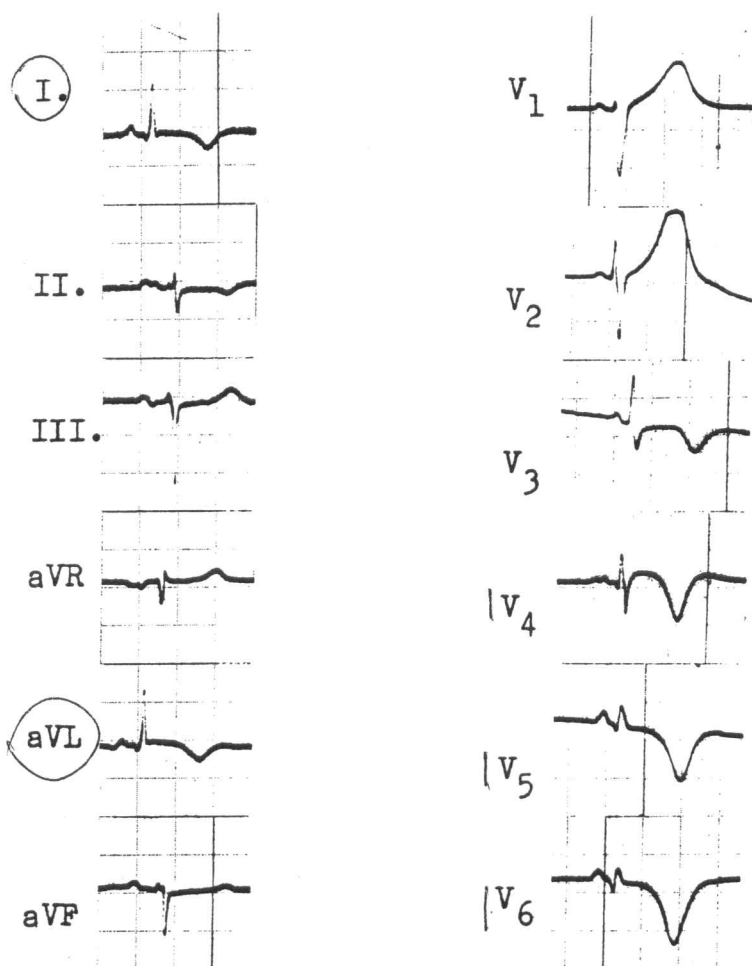
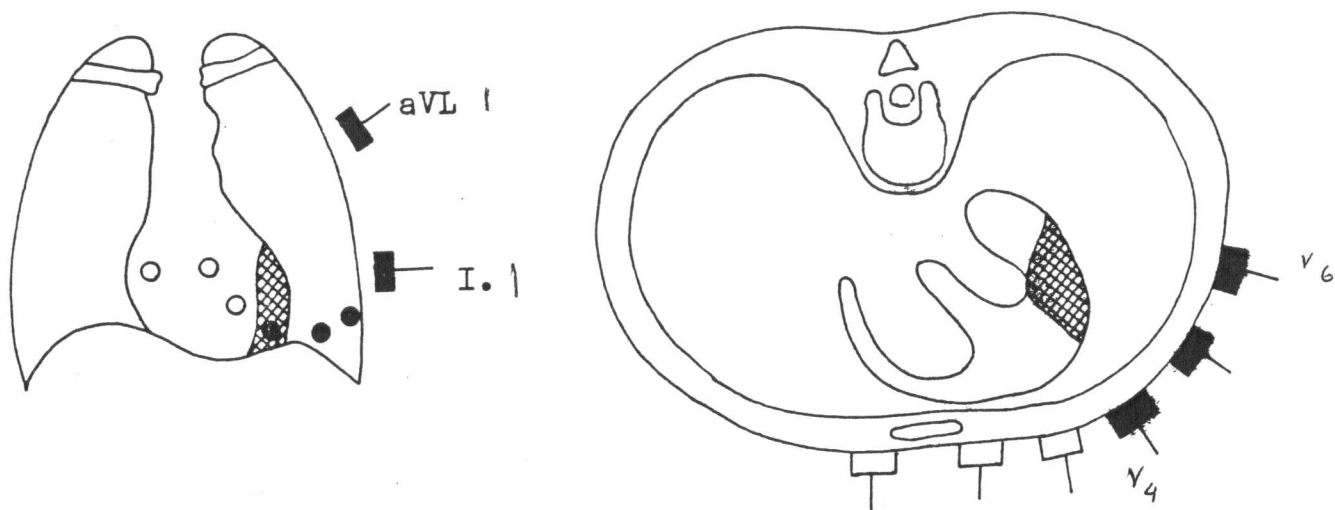
Posterior (valódi hátsófali) infarktus

A bal kamra valódi hátsó falának elhalása. Önmagában ritkán fordul elő. Mivel közvetlenül egyik elvezetésben sem észlelhető. Felismerését az teszi lehetővé, hogy a V₁, V₂ elvezetések - bár ép izomszövet közbeiktatásával - látszik a hátsó fal.

V₁-V₄

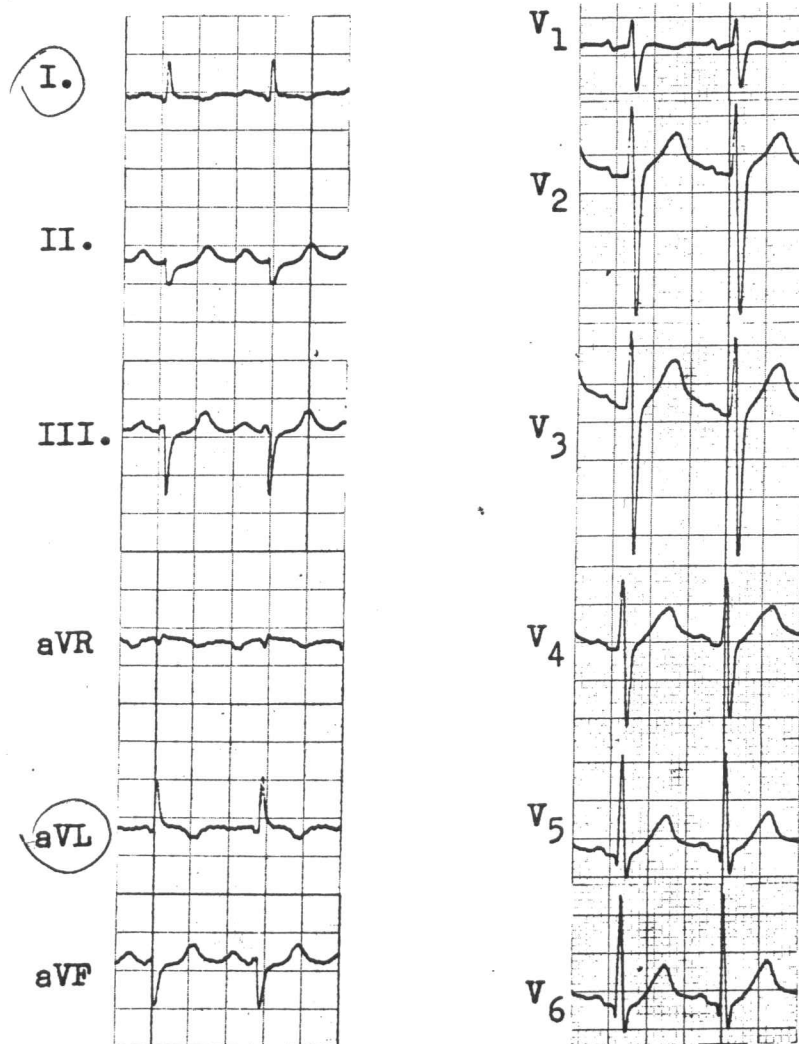
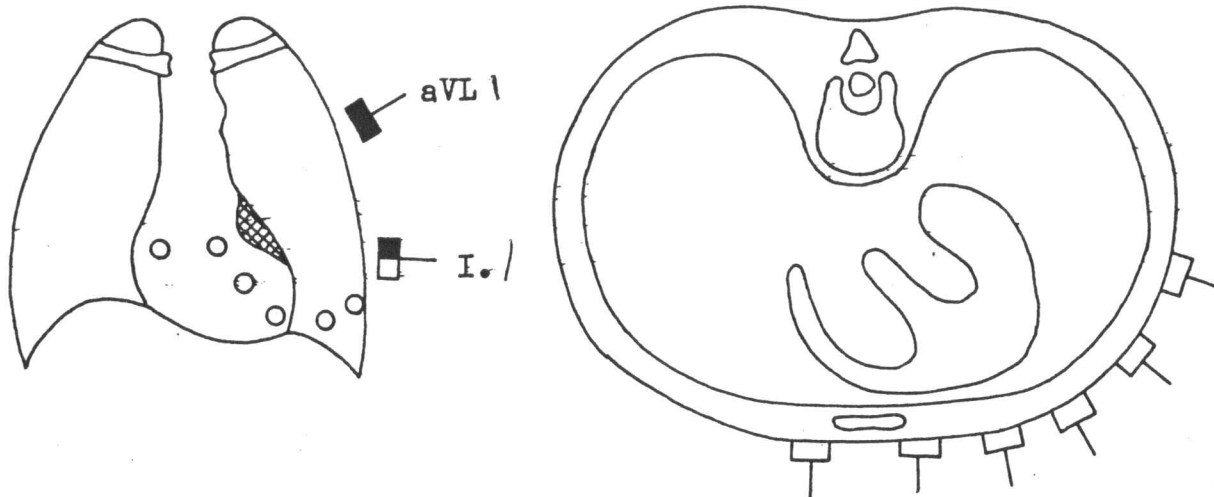


34. ábra
Anteroszeptális/miokardiális infarktus sematikus ábrázolása és EKG-képe

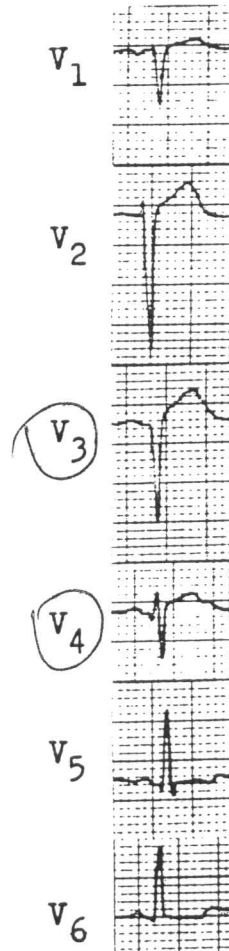
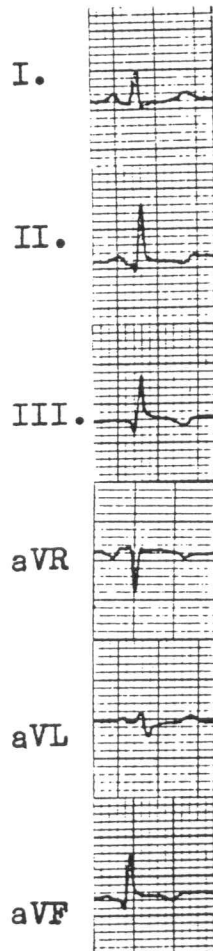
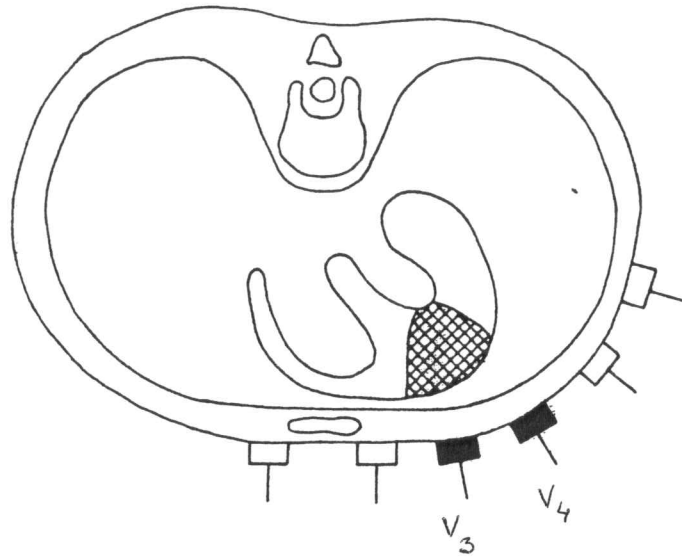
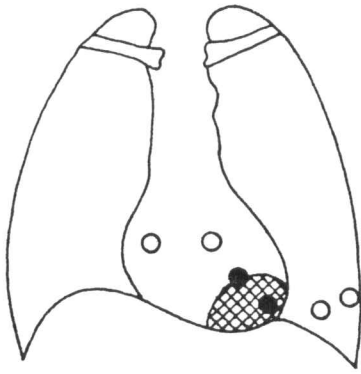


35. ábra

Anterolaterális miokardiális infarktus sematikus ábrázolása és EKG-képe

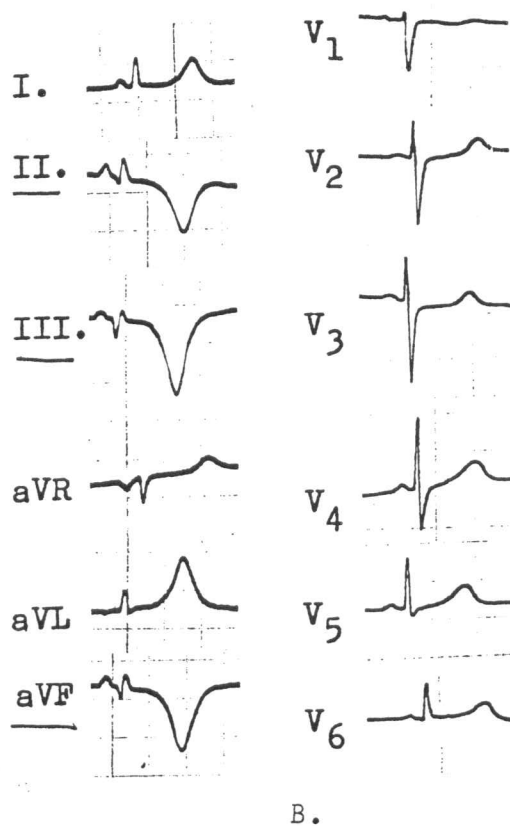
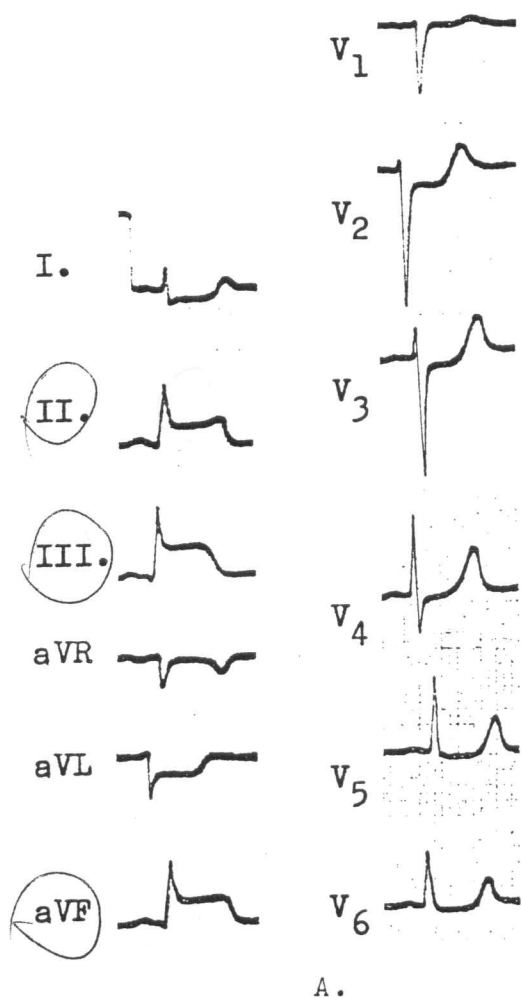
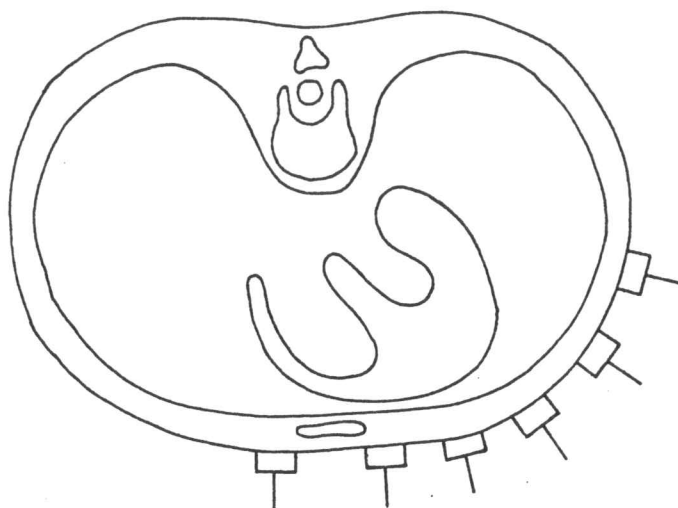
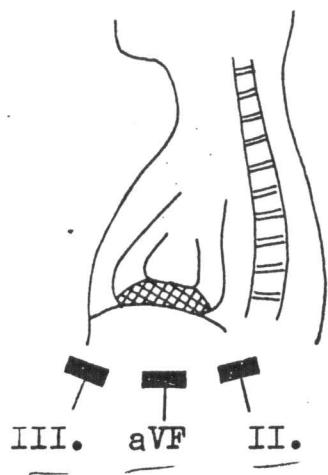


36. ábra
Magas laterális miokardiális infarktus sematikus ábrázolása és EKG-képe

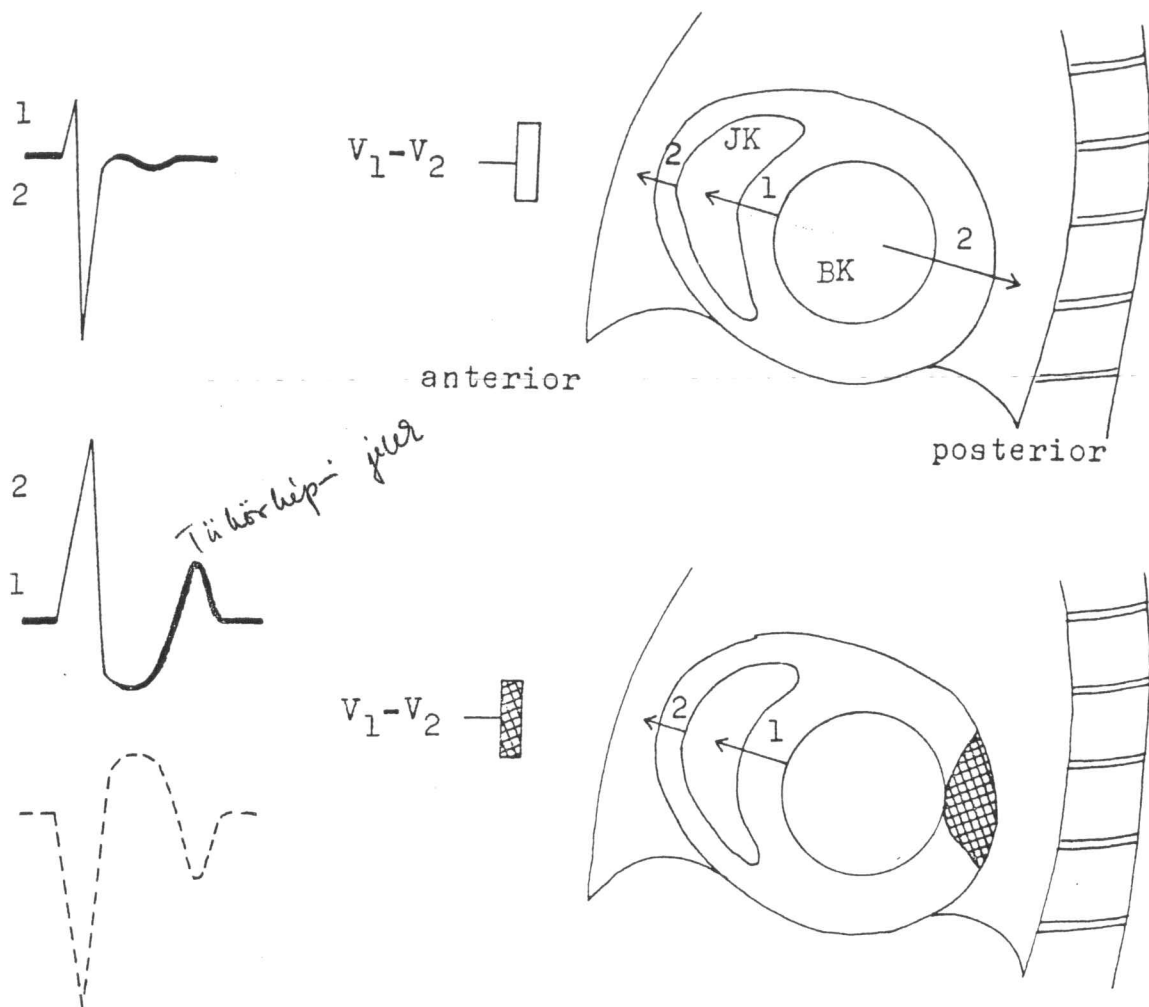


37. ábra

Apikális miokardiális infarktus sematikus ábrázolása és EKG-képe



38. ábra
Inferior miokardiális infarktus sematikus ábrázolása és EKG-képe
A) Akut fázis
B) Teljesen kifejlődött fázis



39. ábra

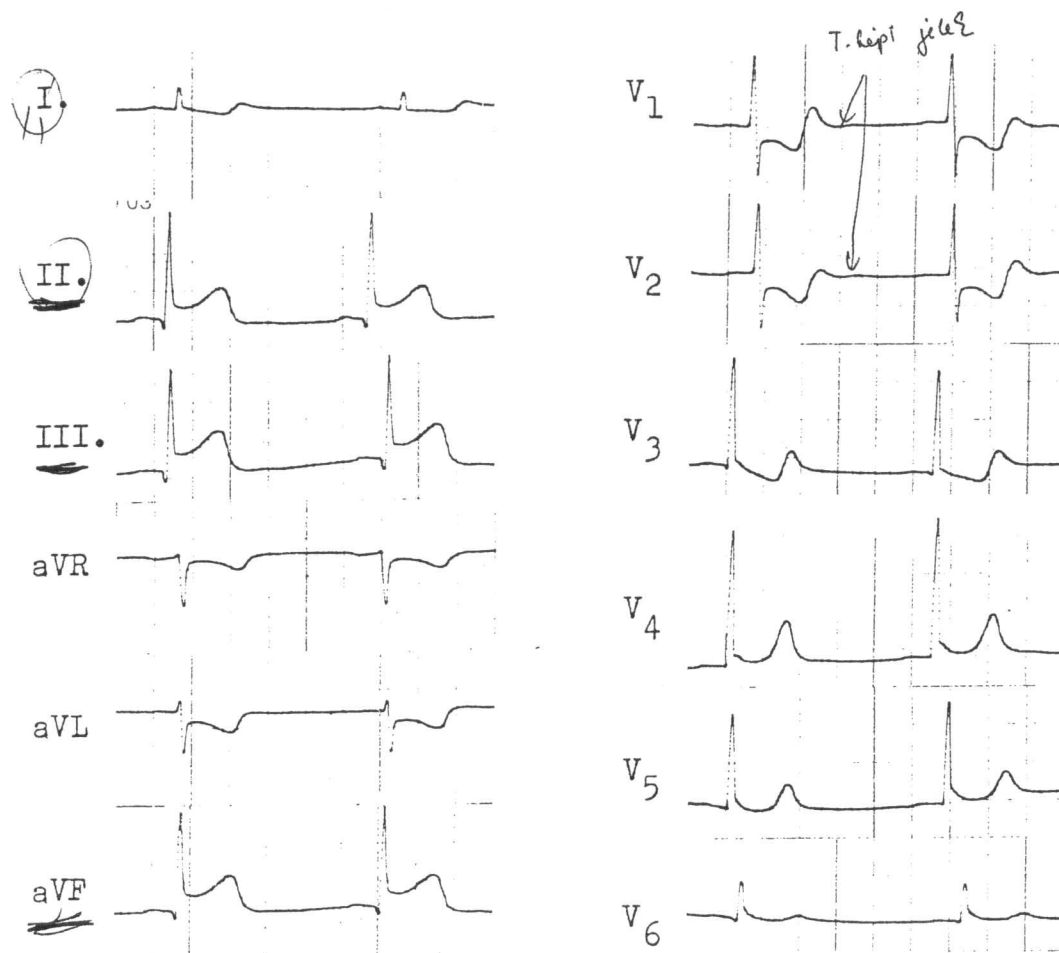
Valódi poszterior miokardiális infarktus okozta EKG eltérések magyarázata V_1, V_2 elvezetésben

- A) EKG keletkezése V_1, V_2 elvezetésben normális körülmények között.
 B) EKG keletkezése V_1, V_2 elvezetésben valódi poszterior infarktusban. Ezekben az elvezetésekben az elsődleges infarktus jelek tükörképe látszik.

Igy ezekben az elvezetésekben az elsődleges infarktusjelek inverz (tükör) képe jelenik meg (39, 40. ábra). Ezek:

1. Nagy, kissé kiszélesedett R-hullámok a V_1, V_2 elvezetésben.
2. Magas, széles, szimmetrikus pozitív T-hullámok V_1 -ben és V_2 -ben.
3. Deprimált, lefelé konvex (konkáv) ST-szakasz V_1 -ben és V_2 -ben.





40. ábra
Akut inferior miokardiális infarktus valódi posterior kiterjedéssel

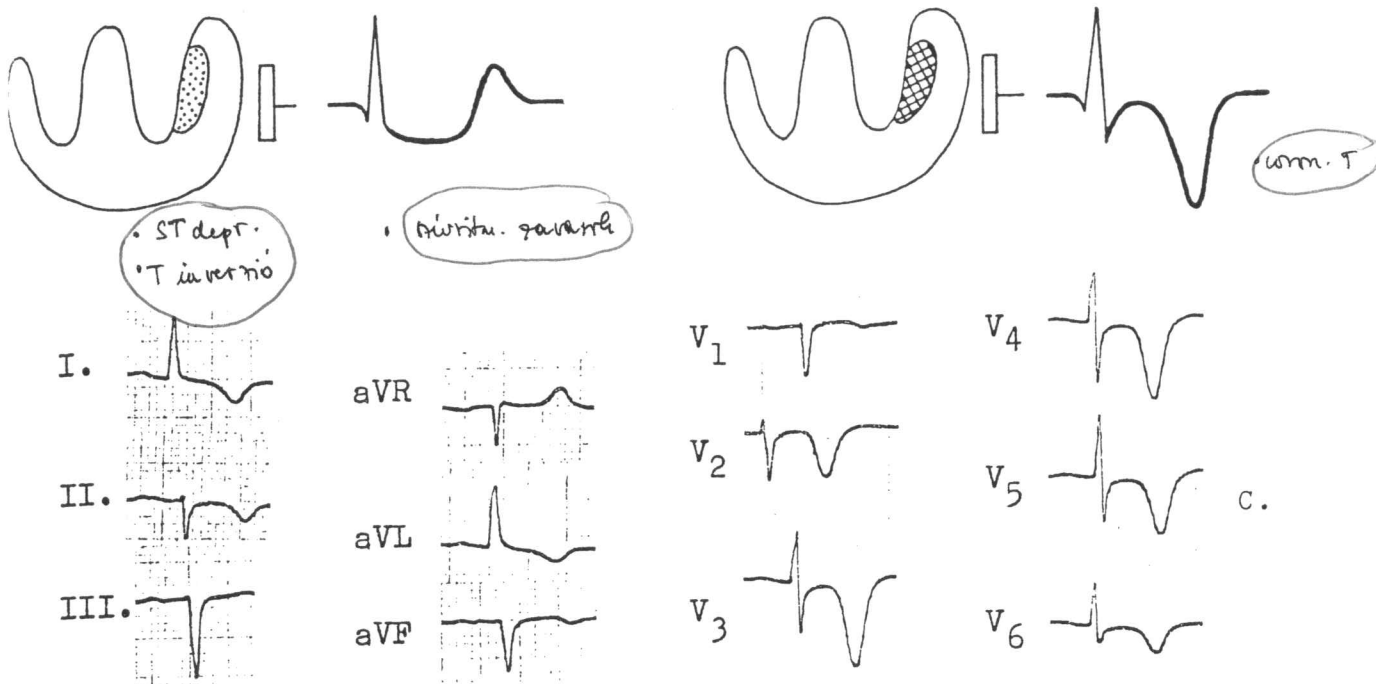
Szubendokardiális infarktus

A szubendokardiális infarktus abban különbözik a transzmurális miokardiális infarktustól, hogy míg annál az érintett kamraizomrész teljes vastagságban elhal, addig szubendokardiális infarktus esetén csak az érintett terület endokardium felé eső része nekrotizál. Már tudjuk, hogy a transzmurális nekrosis jele az EKG-n az érintett területre néző elektródákról levezethető mély, patológiás Q-hullám. A szubendokardiális isémia, lézió vagy nekrosis csak ST-szakasz és T-hullám eltéréseket okoz az EKG-n. A szubendokardiális infarktus a területre néző elektródáról levezethető EKG-n a következő eltéréseket okozhatja (41. ábra, következő oldalon!)

- T-hullám inverzió ST-depresszió mellett, vagy anélkül,
- szívritmuszavarok.

A. subendokardiális ischaemia

B.



41. ábra

Szubendokardiális isémia (A) és infarktus (B) sematikus ábrázolása. EKG szubendokardiális infarktusból (C)

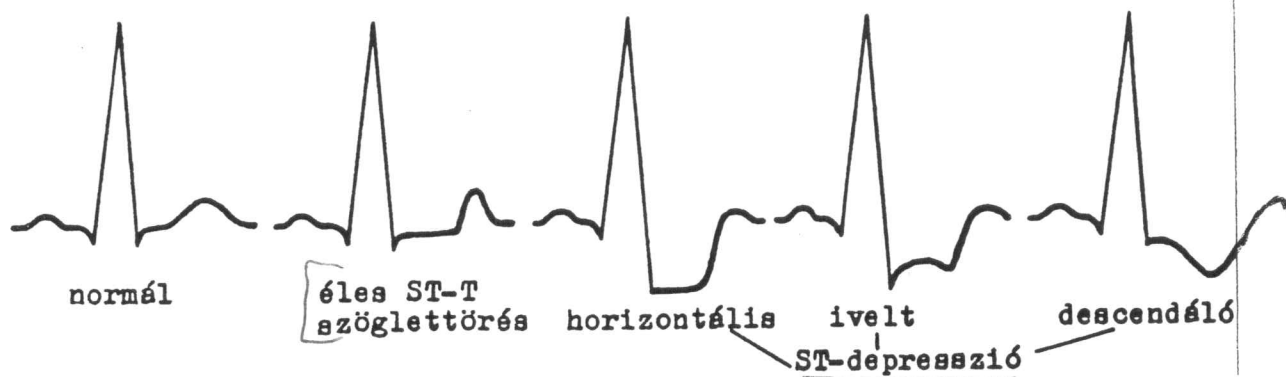
12. A koronária-elégtelenség egyéb formáinak EKG-jelei; EKG-eltérések miokardiális isémia, angina pectorisz; Prinzmetal-angina esetén

A koszorúsér betegség gyakran az előzőekben tárgyalt miokardiális infarktusból kevésbé súlyos formában jelentkezik és okoz EKG-eltéréseket. Soha ne felejtsük el, hogy súlyos betegség is előfordulhat viszonylag szerény EKG-eltéréssel, vagy éppen anélkül, míg relatíve enyhébb betegség is okozhat súlyosabb EKG-eltéréseket. A koronária-elégtelenség az általa okozott szívmusculus isémia QRS, ST-szakasz, T-hullám és U-hullám eltéréseket egyaránt okozhat.

QRS-eltérések: Tawara-szár blokk (ld. ott), kóros bal deviáció.

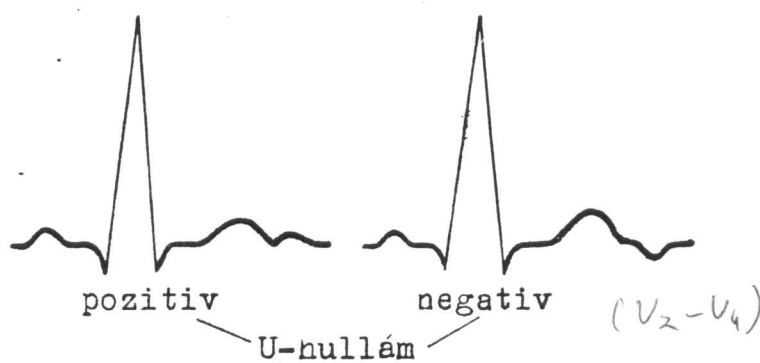
ST-szakasz eltérések: az ST-szakasz jellege megváltozik; egyik legkorábbi jel az ST-szakasz és a T-hullám közötti szög élesebb megtörése, ennek következtében ST-szakasz horizontalitás alakul ki. Sokszor ennél jóval kifejezettebb eltérés, horizontális, vagy deszcendáló ST-szakasz depresszió figyelhető meg (42. ábra, köv. oldalon!)

T-hullám eltérések: A koronária betegségen kívül sok más állapot is okozhat T-eltéréseket, ezeket aspecifikusnak nevezzük. Specifikusnak tekintjük a T-hullám változását, ha szimmetrikus száru, csúcsos mély T-hullámok alakulnak ki. Ugyancsak koronária betegségre utalhat a több elvezetésben észlelt negatív T-hullám. Különösen akkor van ez így, ha a T-tengely és a QRS-tengely iránya egy elvezetésben belül (de általában több elvezetésben) ellentétes.



42. ábra

A gyakori isémiás EKG eltérések sematikus ábrázolása



43. ábra

Az isémiás U-hullám eltérés sematikus ábrázolása

U-hullám eltérések: az U-hullám a T-hullámot követő kis pozitív hullám, legjobban általában a V_2-V_4 elvezetésekben látható. Az U-hullám inverzió (negatív U-hullám) általában koronária betegség jele (43. ábra).

EKG-eltérések angina pectorisban a rosszullét alatt

Koszorúér betegeknél gyakran előfordulhat un. anginás roham, amely erős retrosternális vagy bal mellkasi fájdalomból, halálfélelem-érzésből, tachikardizálódásból áll, gyakran nehézlégzés kíséri. A roham általában néhány perc alatt spontán, vagy Nitroglycerin tabletta elszopogatására elmúlik.

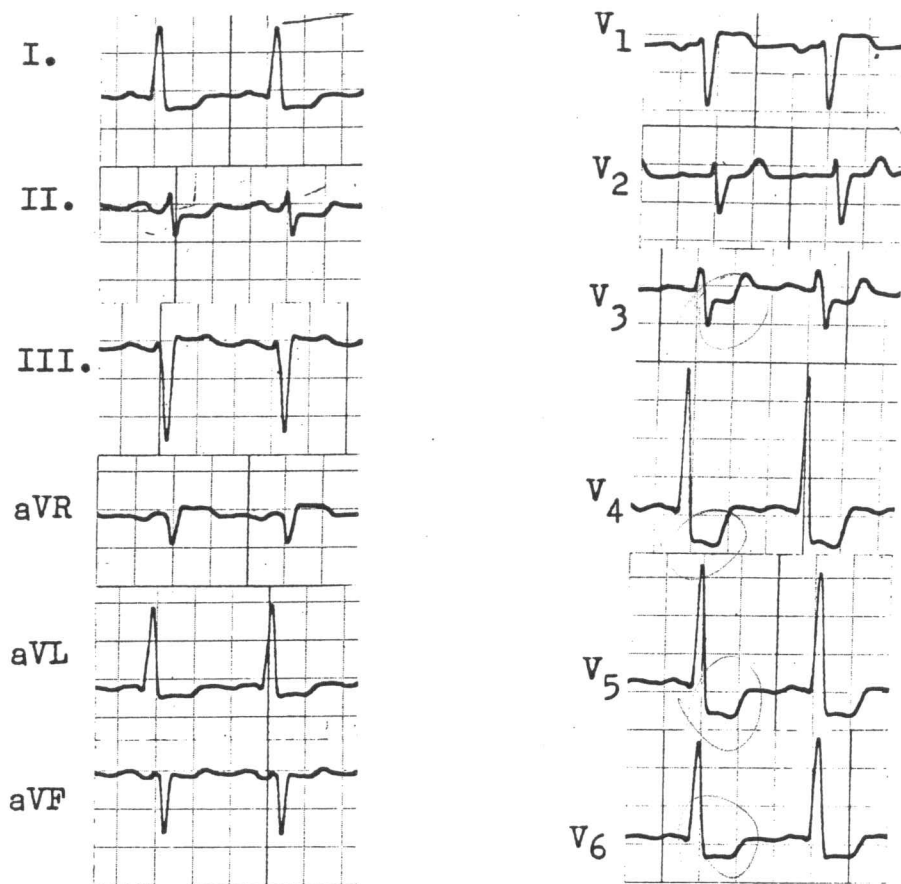
Ha a roham alatt EKG-t készítünk, a betegek döntő többségénél az előző fejezetekben már említett szubendokardiális isémiára jellemző EKG-eltéréseket találjuk (44. ábra, köv. oldalon!)

Az angina pectorisz egy ritkább formája, a Prinzmetal-angina

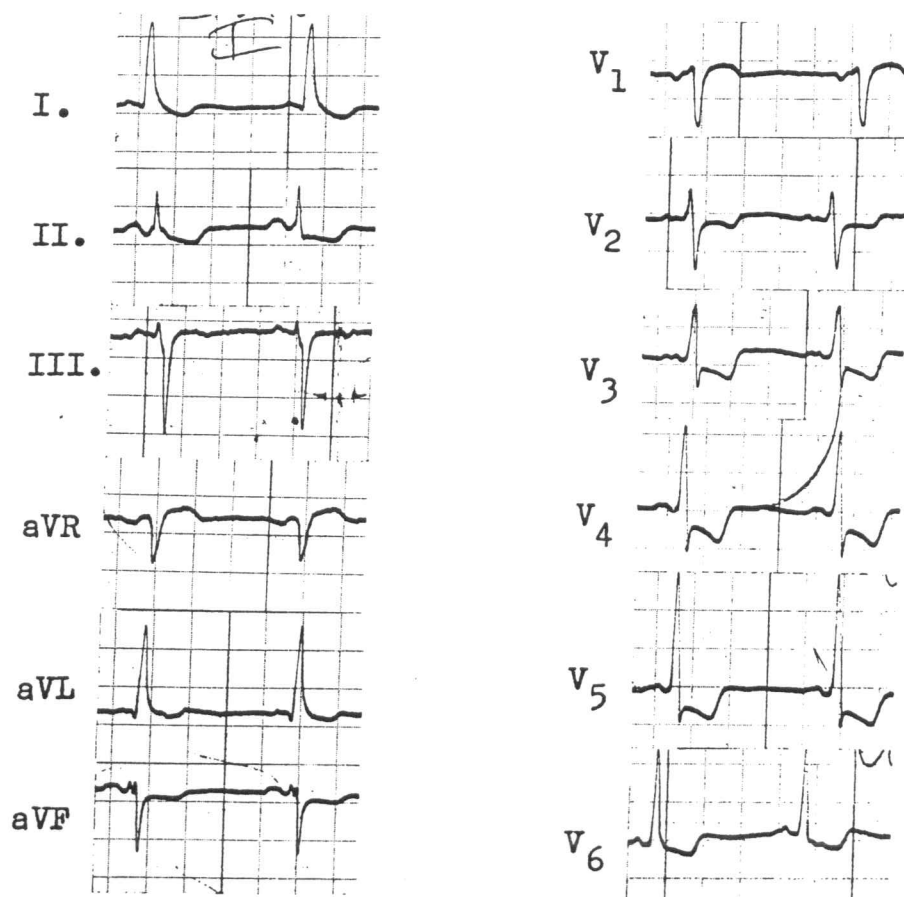
Míg az angina pectorisz klasszikus formája a szubendokardiális isémia ill. lézió, az angina pectorisz ebben a variáns formájában szubepikardiális isémia ill. lézió alakul ki átmenetileg. Az anginának ezt a formáját azért hívjuk így, mert először Prinzmetal és munkatársai írták le (1959). Mivel a lézió szubepikardiális, az érintett területre néző elvezetésben ST-szakasz elevációt észlelünk (szemben a szubendokardiális lézióval észlelt ST-depresszióval) T-hullám inverzióval, vagy anélkül (45. ábra, 42. oldal).

angina pectoris → subendokardális ischaemia (ST depresszió, T inv.)

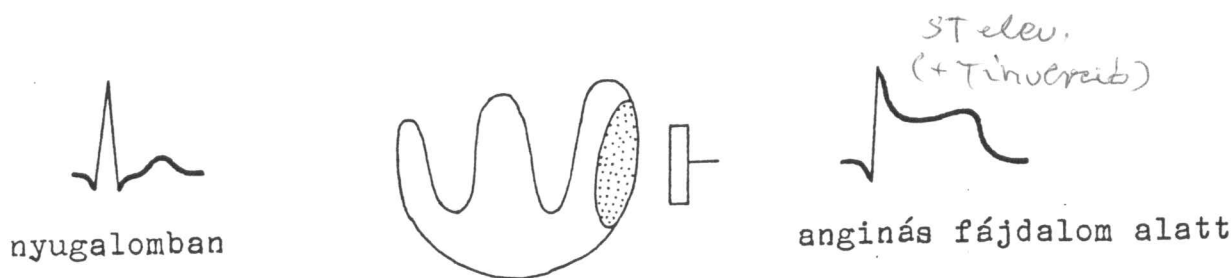
A)
Sinus tachikardia, bal anterior hemiblokk, I, II, aVL, V₃-tól V₆-ig jelentős foku horizontális isémiás ST-depresszió.



B)
Ugyanennél a betegnél egy másik rosszullét alkalmával készült görbe. Itt a megfelelő elvezetésekben az ST-depresszió deszcendáló jellegű.



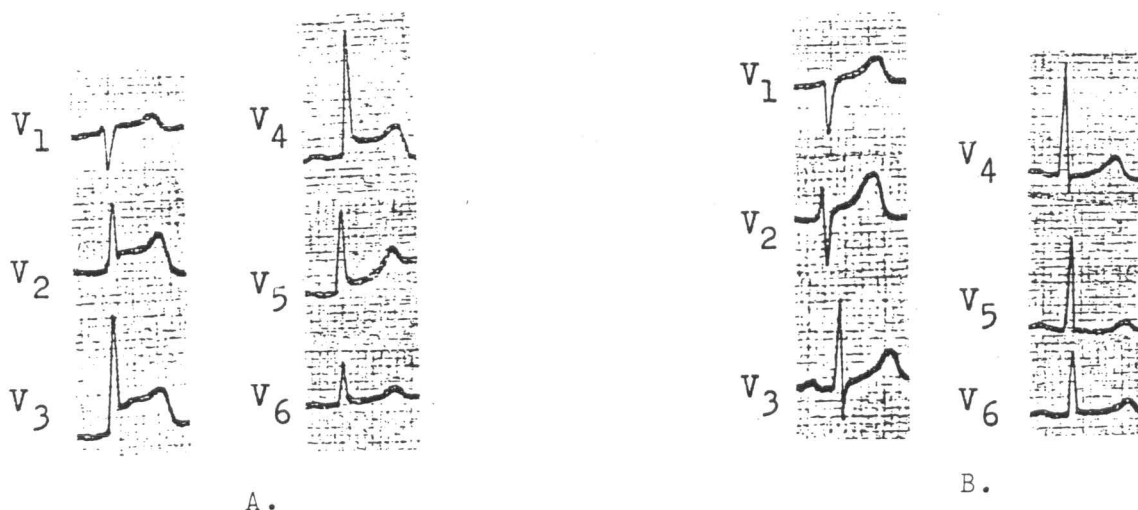
44. ábra
EKG anginás roham alatt



45. ábra

Prinzmetal anginában az isémia szubepikardiális; a területre néző elvezetésben regisztrált EKG-n ST-eleváció látható

A Prinzmetal-angina gyakran igen nagy mellkasi fájdalommal jár, a klinikai tünetek megfelelhetnek az infarktus akut szakában észlelteknél. Mint látható, EKG-alapján sem különíthető el a miokardiális infarktus hiperakut szakától. Az elkülönítés csak klinikai észleléssel lehetséges: ha a fájdalom hamarosan megszűnik, az EKG-eltérések normalizálódnak, és a QRS-morfológiában nem alakul ki eltérés, akkor a rosszullétet Prinzmetal-anginának tekinthetjük (46. ábra).



46. ábra

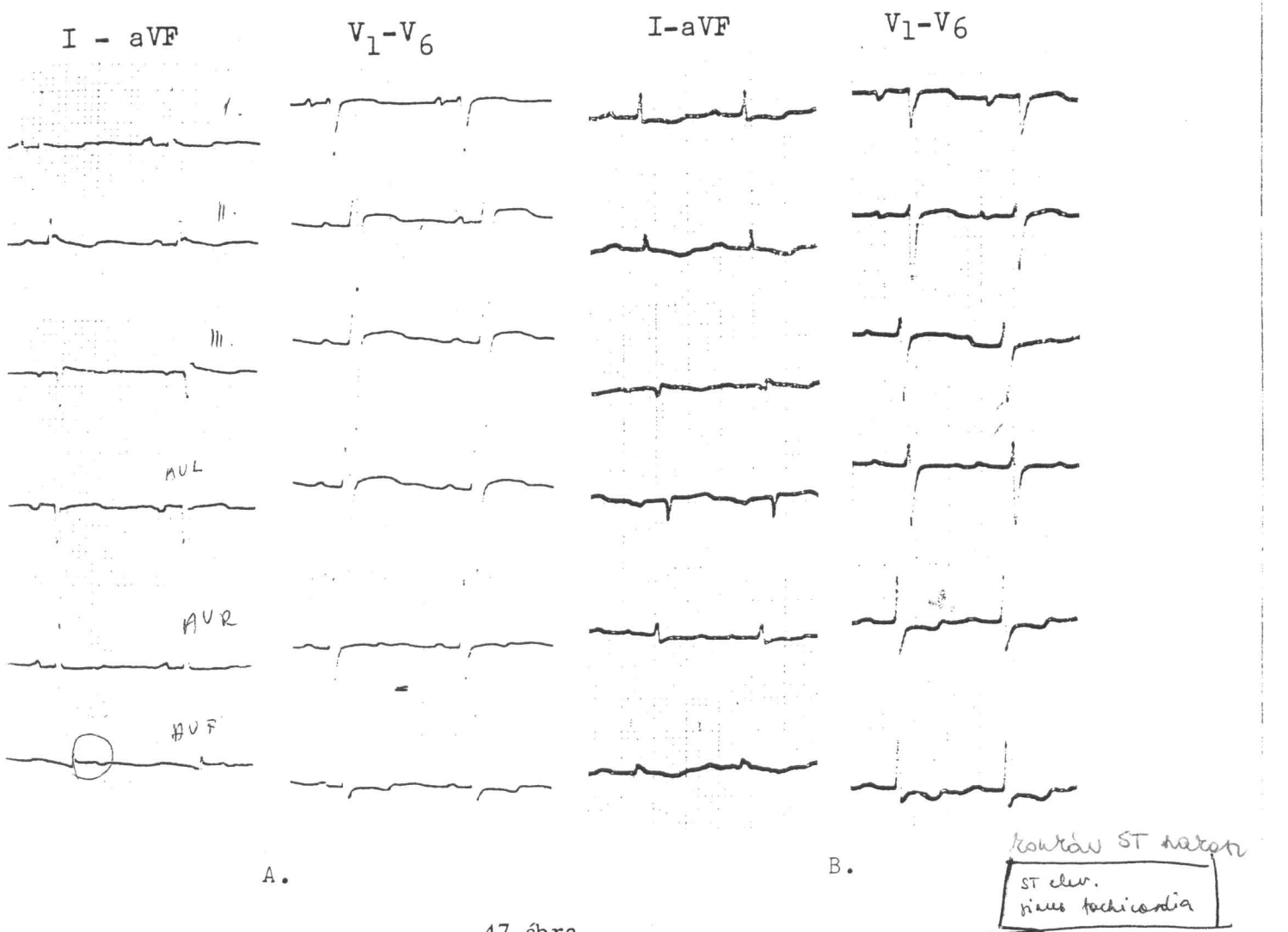
EKG Prinzmetal anginában a fájdalom alatt (A) és 2 perccel később (B) 2 tbl Nitroglycerin bevétele után; az ST-eleváció megszűnt, QRS-eltérés nem alakult ki

13. A perikarditisz EKG-jelei

Az akut perikarditisz a szívburok gyulladásos, leggyakrabban vírusos eredetű megbetegedése. A folyamat a szív epikardiális felszínét érinti, a ledált terület burókszerűen veszi körül a szívet. Ezért az érintett régióra néző elvezetésekben ST-elevációt észlelünk, gyakran konkáv ST-szakaszokkal. Mivel isémia általában nincs, a T-hullámok pozitívak maradnak. Az ST-eltérésekhez gyakran társul sinus tachikardia. Mivel

a perikarditisz többnyire nagyobb kiterjedésű, az említett ST-eltérések sok elvezetésben láthatók.

Az egészséges fiatal felnőttek kb. 2 %-ánál szintén előfordul, hogy több elvezetésben ST-eleváció észlelhető, amely konkáv jellegénél fogva gyakran nagyon hasonlít az akut perikarditiszben észlelhető ST-eltéréshez. E normál EKG-variáns oka feltételezhetően a szívmusculus vegetatív beidegzésének zavara, gyakran évekig változatlan formában észlelhető. Ennek az eltérésnek az a jelentősége, hogy - különösen ha a klinikai tünetek sem zárják ki (láz, mellkasi fájdalom) - összetéveszthető az akut perikarditisz EKG-képével. Akut perikarditiszben az ST-eleváció a bal oldali elvezetésekben elérheti a T-hullám amplitudójának 25 %-át. A normál variánsban az ST-elevációnak a T-hullám amplitudójához viszonyított magassága soha sem ilyen foku.



47. ábra

- A) Akut perikarditisz. I, II, aVF, V₁-V₅ elvezetésekben mérsékelt ST-eleváció
B) 10 nappal később a QRS-ek nagysága csökkent, az ST-eleváció megszűnt, sőt I, II, aVL, V₅, V₆ elvezetésben ST-depresszió alakul ki. Az echokardiográfiás vizsgálat 300 ml-es perikardiális folyadékgyülemet mutatott

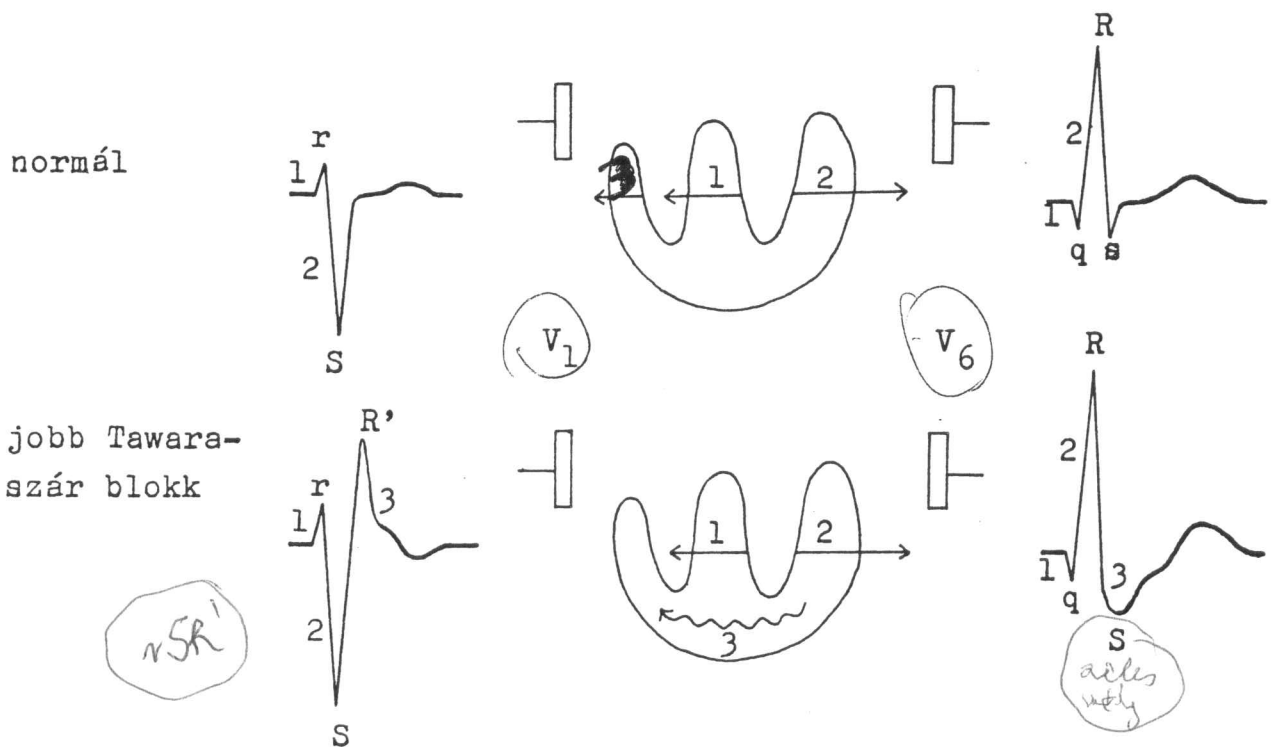
Krónikus perikarditiszben gyakran low voltage, kevésbé kifejezett ST-T eltérések alakulnak ki (47. ábra).

14. EKG-eltérések / Tawara-szár blokkban

A Tawara-szárak a szív ingerületvezető rendszeréhez tartoznak. Jobb és bal Tawara-szárat különböztetünk meg. A bal Tawara-szár két részre oszlik: anterior és posterior faszcikuluszra. Az egyes Tawara-szárakban ill. faszcikuluszokban az ingerület vezetése zavart szenvedhet. Ennek okai gyakran isémiás szívbetegség, vagy éppen miokardiális infarktus.

Ha az ingerület nem a szokásos úton halad az egyes szivizomrészek között, akkor ennek az EKG-n jele van. Az EKG-eltérésekből arra is következtethetünk, hogy melyik Tawara-szár ill. faszcikulusz működése szenved zavart.

Jobb Tawara-szár blokk



48. ábra

A jobb Tawara-szár blokkban észlelhető EKG eltérések magyarázata a jobb és bal kamrai elvezetésekben

A jobb Tawara-szár nem, vagy lassabban vezet, így a jobb kamra a bal Tawara-szár felől aktiválódik. A szeptum és a bal kamra aktiválódása így nem szenved zavart, a jobb kamra aktiválódása viszont a normálisnál később történik (48. ábra).

- ① A jobb kamra aktiválódása nemcsak később következik be, hanem maga az aktiválódás folyamata is lassabb, valamint rendellenes irányu lesz (a jobb kamra balról jobbra és előre felé aktiválódik longitudinálisan ill. tangenciálisan a szokásos jobb Tawara-szár, Purkinje-rostok útján létrejövő transzverzális, endokardiális-epikardiális aktivációval szemben). Ennek az lesz a következménye, hogy a jobb kamrára néző elvezetésekben (általában V₁ és V₂-ben) kiszélesedett, hasadt QRS-komplexus észlelhető. Ezt V₁-ben leggyakrabban rSR'-hullámok jellemzik. A bal kamrai elvezetésekben viszont (I, aVL, V₅, V₆) széles, mély S-hullámok jelzik a jobb kamra depolarizációjának

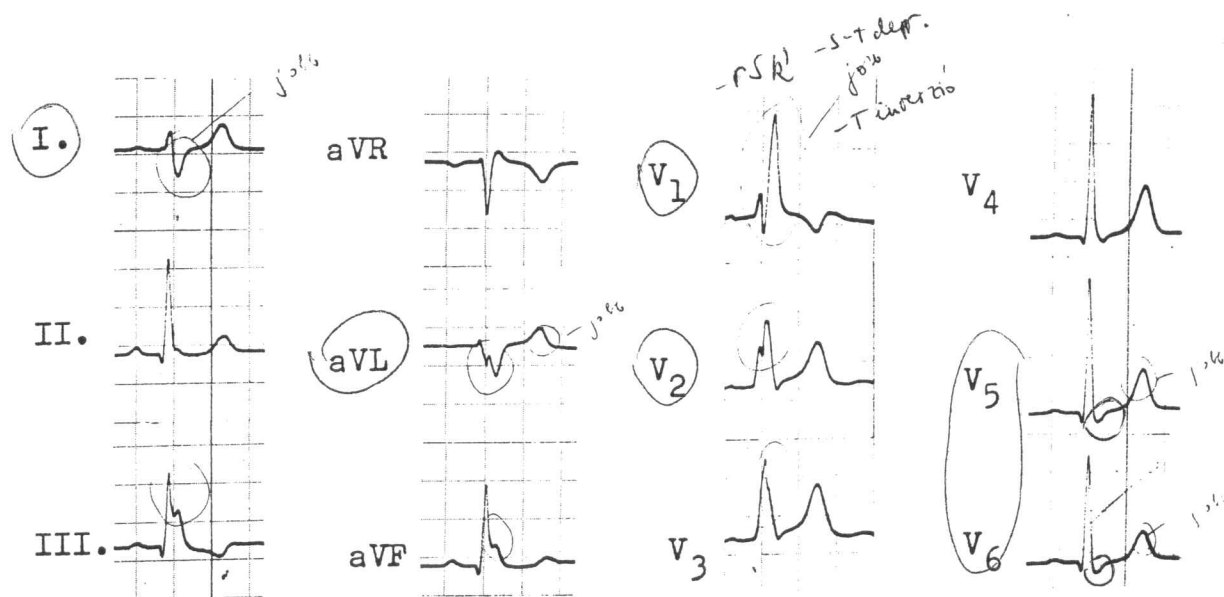


késését. Jobb Tawara-szár blokkban jellemzően a QRS második fázisa szenved zavart, míg az első rész normális marad.

A jobb Tawara-szár blokk megállapításához szükséges EKG kritériumok:

1. A QRS-komplexus szélessége eléri, vagy meghaladja a 0,12 sec.-ot.
2. A jobb kamrai (V_1, V_2) elvezetésekben rSR' -jelleg észlelhető. Mint azt a betűjelzés is mutatja, a második R-hullám nagysága általában az elsőét meghaladja. Ezekben az elvezetésekben ST-depresszió, T-inverzió figyelhető meg.
3. A bal kamrai elvezetésekben (I, aVL, V_5, V_6) széles S-hullám látható. A T-hullám itt általában pozitív.

Komplett jobb Tawara-szár blokk látható a 49. ábrán.



49. ábra

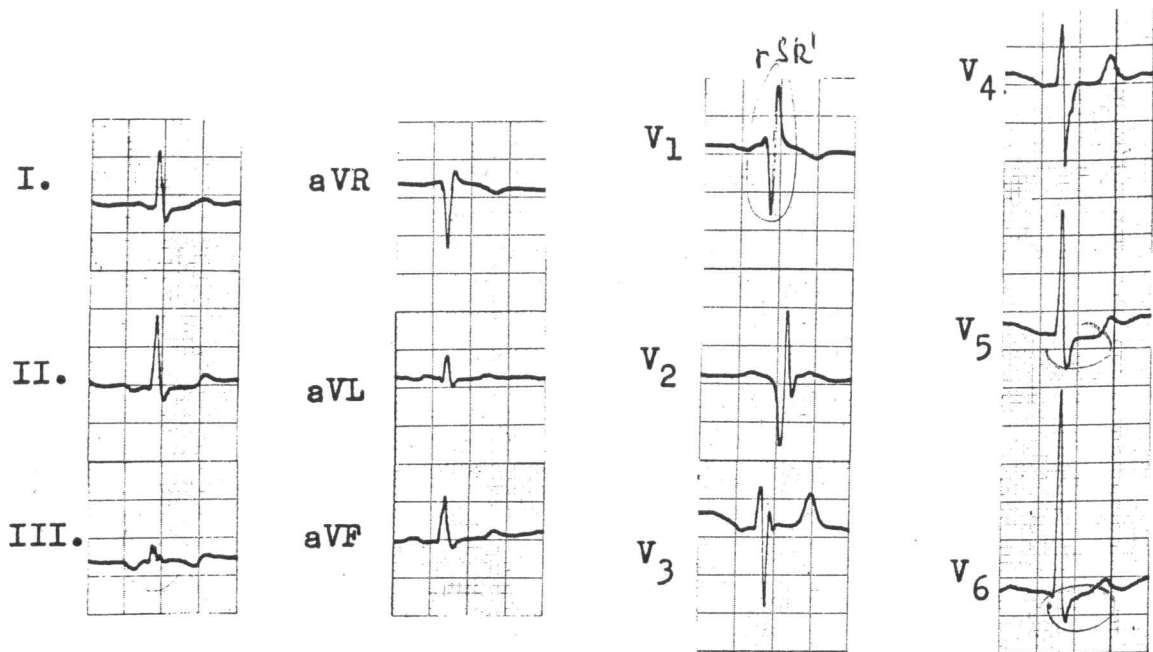
Jobb Tawara-szár blokk, emellett bal posterior hemiblokk

Inkomplett jobb Tawara-szár blokkokról beszélünk, ha a jobb kamrai elvezetésekben rSR' -jelleg észlelhető, de a komplexus szélessége a 0,12 sec.-ot nem haladja meg (50. ábra, következő oldalon!)

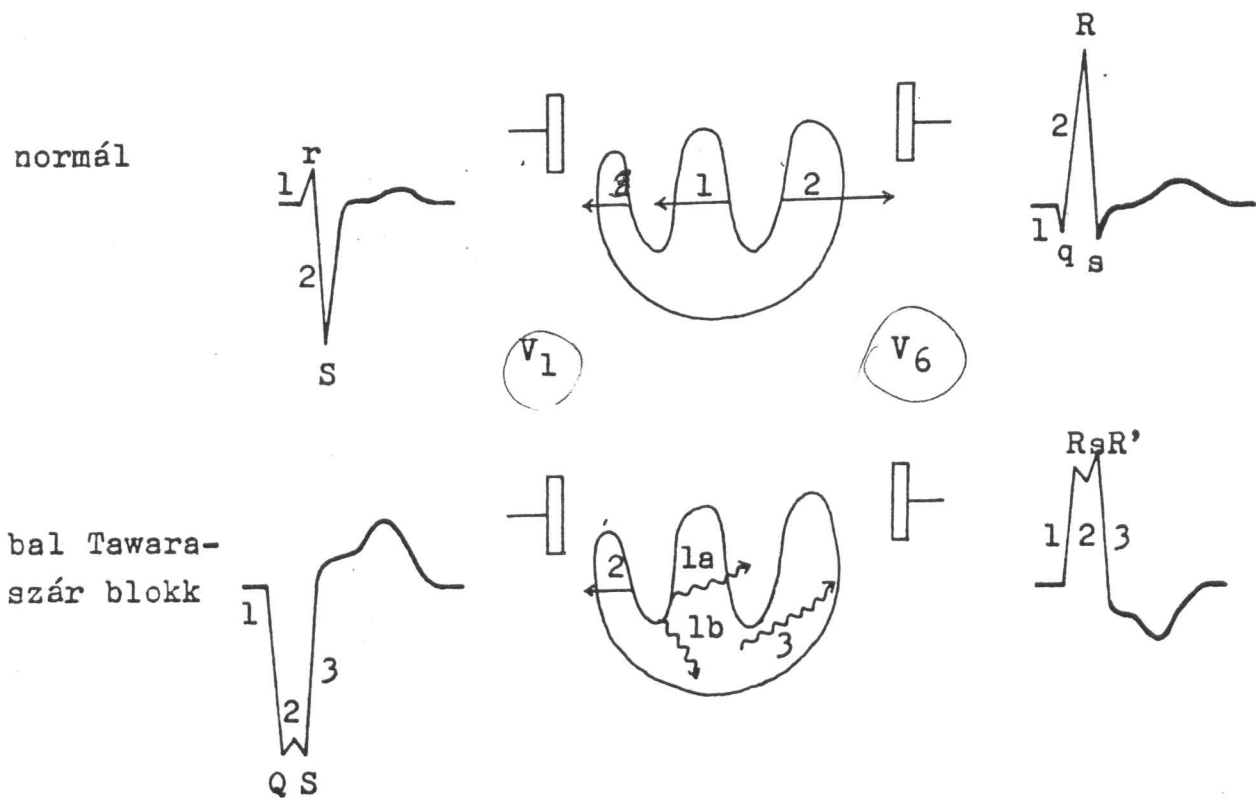
A jobb kamrai elvezetésekben lévő ST-depresszió, T-inverzió a repolarizáció másodlagos zavarára utal, ugyanis a jobb kamra kóros irányu depolarizációjának következtében a repolarizáció iránya is megváltozik, ami a fent említett ST, T-eltéréseket okozza.

A jobb Tawara-szár blokk jelentősége:

1. Néha normál egyéneknél is előfordul.
2. Átmenetileg megjelenhet akut tüdőembóliában, vagy egyéb jobb kamra terhelést okozó betegségben.
3. Koronária betegségben.
4. Pitvari septum defektusban. PSD
5. A jobb kamra diasztolés túlterhelésében.
6. Szívizomgyulladásban.



50. ábra
Inkomplett jobb Tawara-szár blokk





51. ábra
A bal Tawara-szár blokkban észlelhető EKG eltérések magyarázata a jobb és bal kamrai elvezetésekben

Bal Tawara-szár blokk

Bal Tawara-szár blokkban a bal kamra a jobb Tawara-szár felől aktiválódik. Emiatt a septum és a bal kamra szabad falának aktiválódása zavart szenved. A zavar az aktiváció késésében és kóros irányában jelentkezik. A jobb kamra aktiválódása normális marad. Bal Tawara-szár blokkban már a QRS első fázisa is kóros (51. ábra előző old. !)

A bal Tawara-szár blokk EKG-jelei:

1. A QRS-szélessége 0,12 sec., vagy annál nagyobb.
2. A bal kamrai elvezetésekben (I, aVL, V₅, V₆) széles, csipkés R-hullám, vagy R_sR'-jelleg észlelhető. 
3. A bal kamrai elvezetésekben nincs q-hullám.
4. A jobb kamrai elvezetésekben (V₁, V₂, néha V₃) széles, hasadt QS-komplexusok láthatók. 
5. Az ST-szakasz és T-hullámok a QRS irányával ellentétesek lesznek. Ezek a változások másodlagosak, vagy más szóval következményesek. Az ok a repolarizáció irányának kóros megváltozása az ugyancsak rendellenes depolarizáció következtében. Bal Tawara-szár blokkban a bal kamrai elvezetésekben ST-depressziót és T-inverziót látunk, a jobb kamrai elvezetésekben pedig ST-elevációt és pozitív T-hullámot.

Inkomplett bal Tawara-szár blokkról beszélünk, ha a megfelelő elvezetésekben bal Tawara-szár minta észlelhető, de a QRS a 0,12 sec.-ot nem haladja meg (52. ábra, következő oldalon!)

A hemiblokkok

A bal Tawara-szár rövid lefutás után két részre oszlik: az anterior és posterior faszcikuluszra.

Az anterior faszcikulusz a bal kamra oldalsó falának elülső-felső részén halad az endocardium alatt. A posterior faszcikulusz alul és hátul halad a bal kamra rekeszi felszínén, az endocardium alatt.

Normálisan a bal kamra aktiválódásában mindkét faszcikulusz szerepet játszik. Elyenkor a bal kamra aktiválódása lefelé és balra történik (53. ábra, 49. oldalon).

Bal anterior hemiblokk: az anterior faszcikulusz nem vezet. Ezért a bal kamra a posterior faszcikulusz felől aktiválódik. Ennek folytán a bal kamra alulról felfelé és balra aktiválódik. Így az elektromos főtengely kóros bal deviációja jön létre.

Az anterior hemiblokk EKG-jelei (54. ábra, 49. oldalon).

1. I, aVL elvezetésekben kis q-hullám, II, III, aVF elvezetésekben r-hullám.
2. A frontális síkban az elektromos főtengely bal deviációja meghaladja a -30° -ot.
3. Mély S-hullám látható a II, III, aVF elvezetésekben. A II elvezetésben az S-hullám az R-hullám nagyságát meghaladja, S₃ pedig mélyebb S₂-nél.
4. A QRS egyik elvezetésben sem szélesedik ki 0,12 sec. fölé. Az anterior hemiblokk tehát a frontális sík elvezetéseiben okoz eltérést.

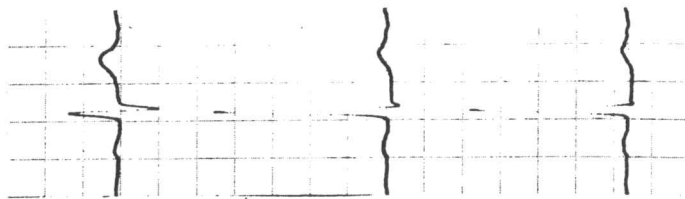
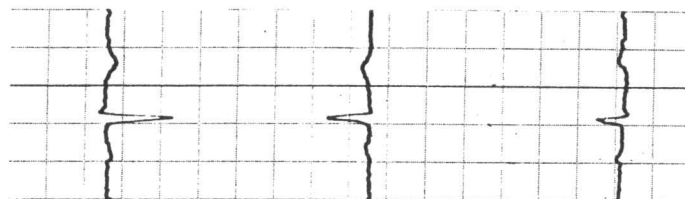
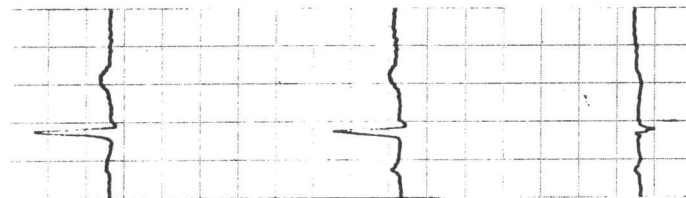
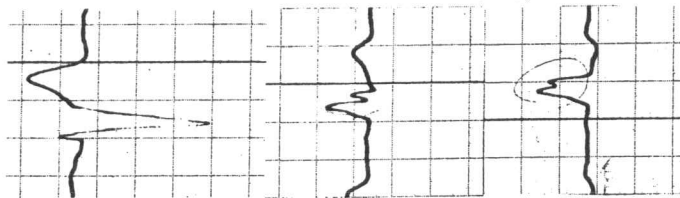
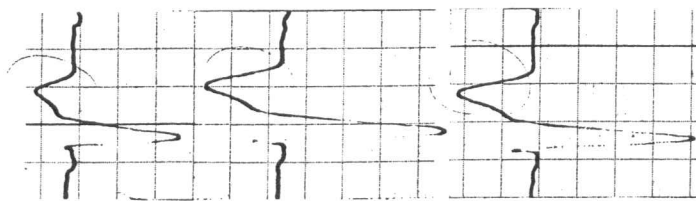
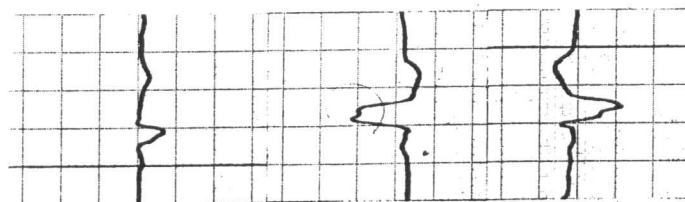
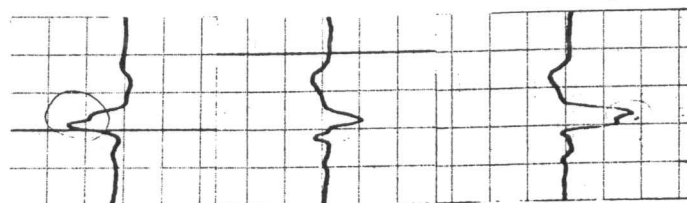
I-III

aVR-aVF

V₁-V₃V₄-V₆

I-III

aVR-aVF

V₁-V₃V₁-V₆

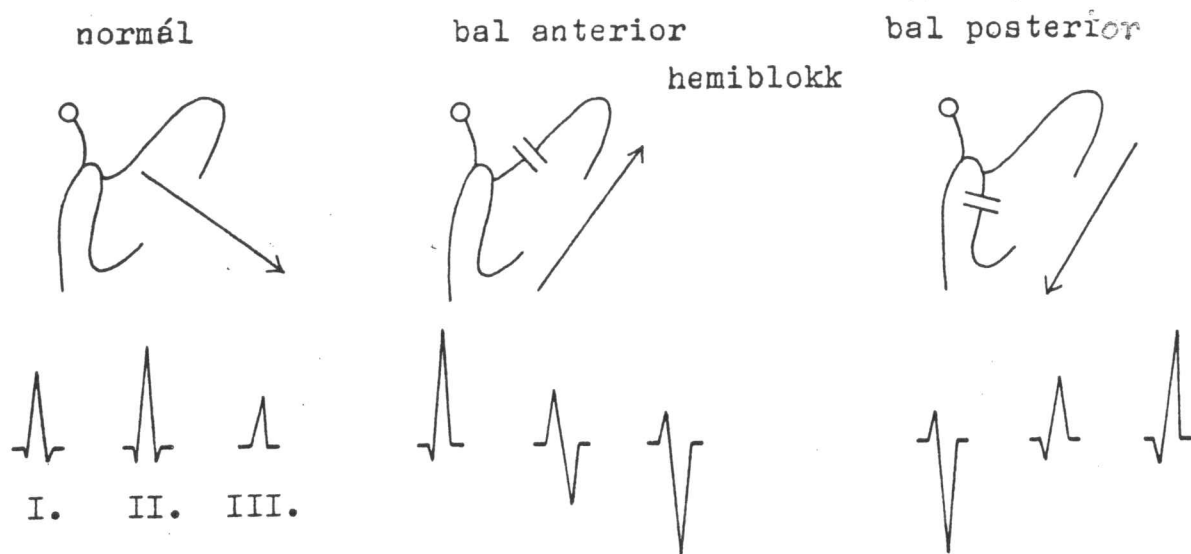
A.

B.

52. ábra

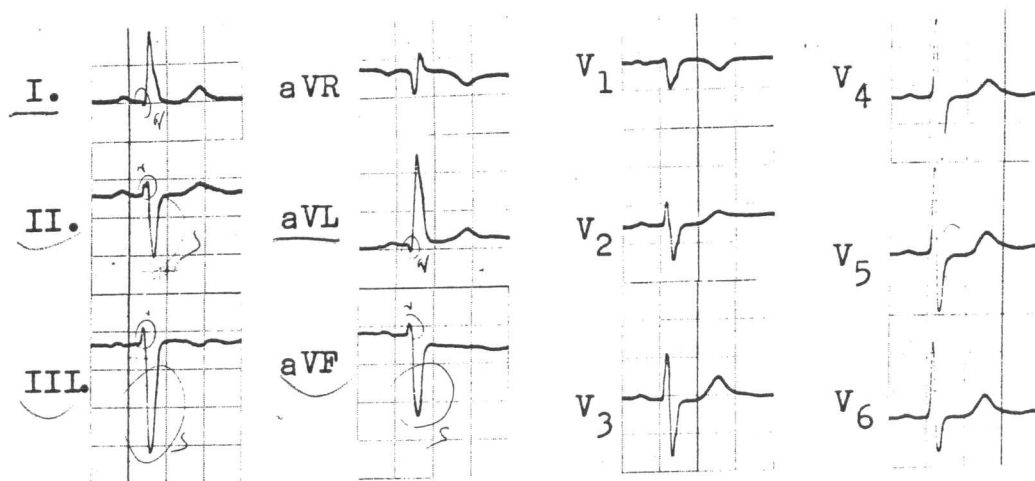
A) Bal Tawara-szár blokk.

B) Inkomplett bal Tawara-szár blokk.



53. ábra

A hemiblokkok létrejöttének sematikus ábrázolása. A magyarázatot ld. a szövegben



54. ábra

Bal anterior hemiblokk

Az anterior hemiblokk okai:

- miokardiális infarktus,
- isémias szivbetegség,
- szívizom fibrózis,
- az ingerületvezető rendszer degeneratív elváltozásai.

Bal poszterior hemiblokk: akkor keletkezik, amikor a bal Tawara-szár poszterior faszcikulusza nem vezet. Ennek következtében a bal kamra az anterior faszcikuluszon keresztül aktiválódik. Mivel ez lefelé és jobbra történik, az elektromos főtengely kóros jobb deviációja jön létre.

hemiblokk EKG-jelei:

elvezetésekben mély S-hullám, II, III, aVF elvezetésekben qR-komplexus.
frontális síkban az elektromos főtengely kórosan jobbra deviál.

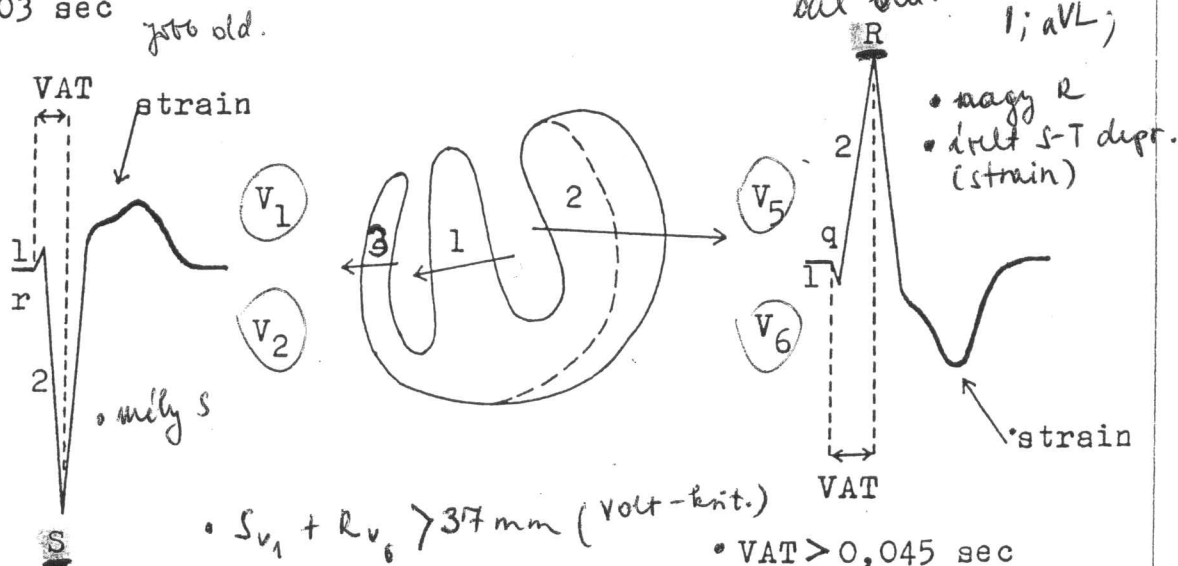
3. R_3 általában nagyobb, mint R_2 .

4. A QRS egyik elvezetésben sem szélesedik ki 0,12 sec. fölé.

Mivel a poszterior faszcikulusz vastagabb, kevésbé sérülékeny, a bal posterior hemiblokk jóval ritkább az anterior hemibloknál. A bal posterior hemiblokk gyakran jobb Tawara-szár blokkhoz társul (ld. a 49. ábrát!).

15. Kamra hipertrófia

VAT > 0,03 sec



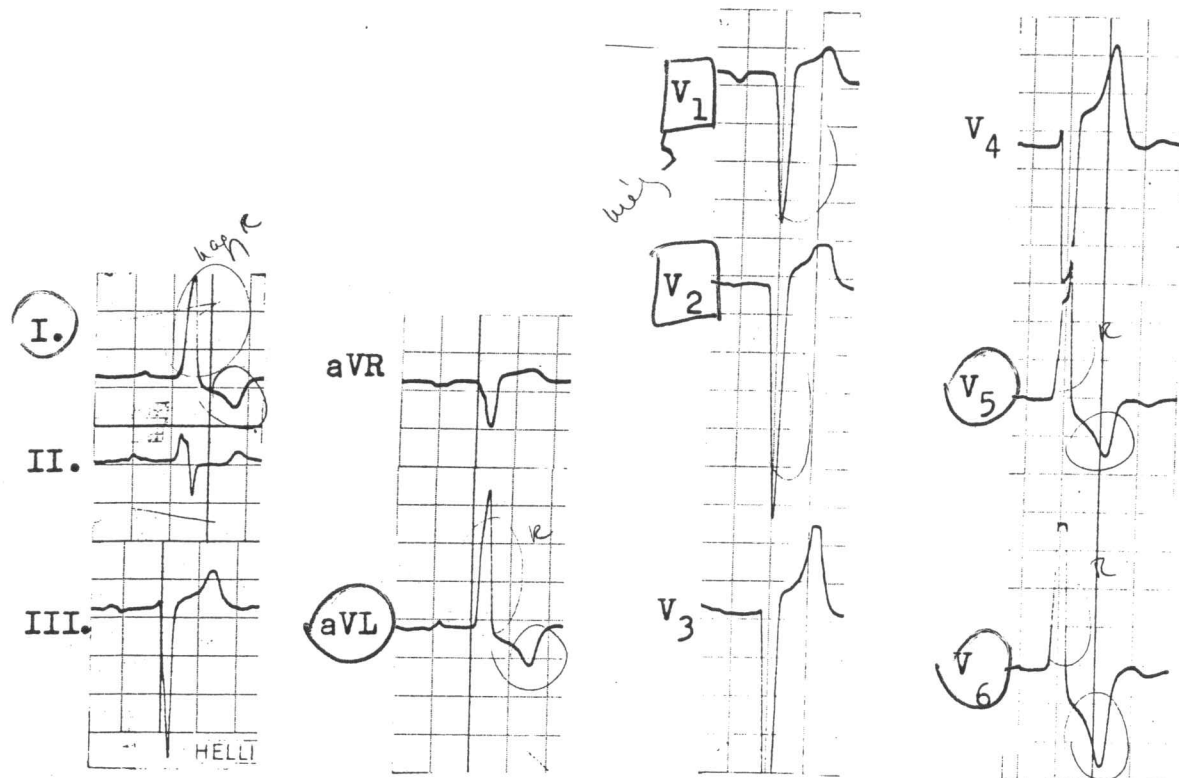
55. ábra

Bal kamra hipertrófia és strain EKG-képének magyarázata a jobb és bal kamrai elvezetésekben

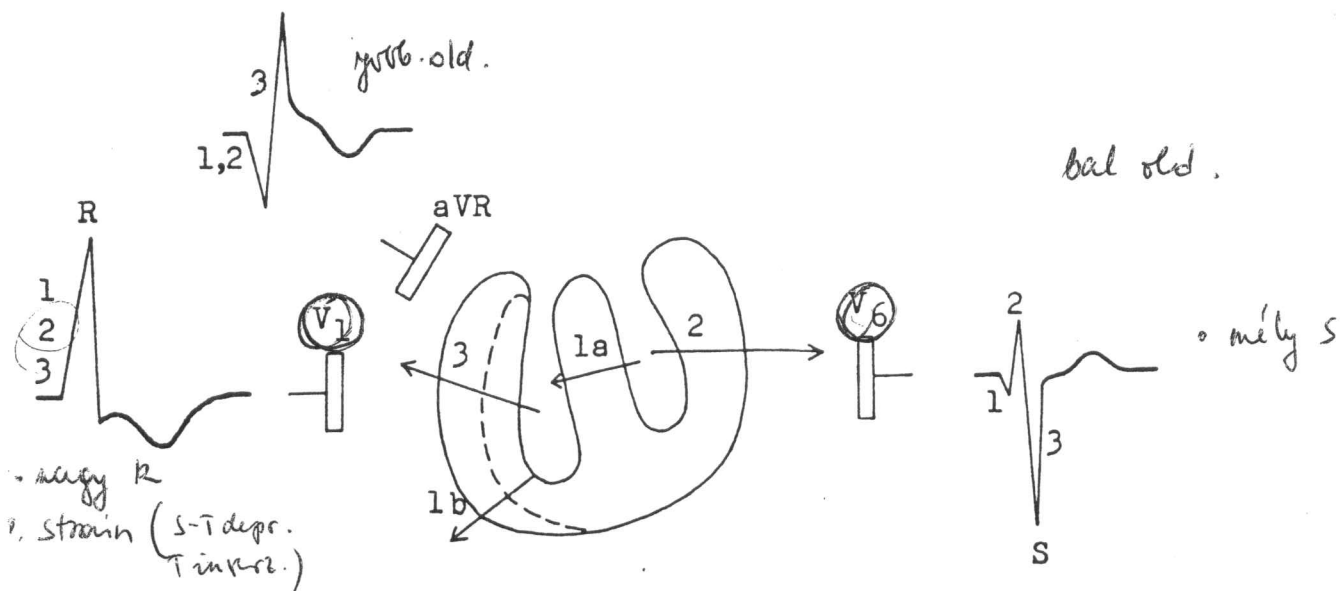
Mindkét kamra izomzatának tömege megnőhet, vagy a kamrák terhelése akutan vagy krónikusan fokozódhat. A kamrák ilyen állapotváltozásának gyakran EKG-jele van.

BAL Bal kamra hipertrófia a bal kamrai elvezetések (I, aVL, V₅, V₆) qR-komplexusának R-hulláma, a jobb kamrai elvezetések (V₁, V₂) rS-komplexusának S-hulláma indirekt jele a bal kamrai depolarizációnak. Balkamra hipertrófia esetén e hullámok amplitúdója megnő. Ezért ebben az esetben a bal kamrai elvezetésekben nagy R-hullámot, a jobb kamrai elvezetésekben mély S-hullámot látunk. (55. ábra). Ha felnőtnél a V₁-elvezetésben mért S-hullám és a V₆-elvezetésben mért R-hullám nagyságának összege a 37 mm-t meghaladja (un. Volt-kritérium), bal kamra hipertrófiáról beszélünk. Ugyancsak megnő a bal kamra fő izomtömegének aktiválásához szükséges idő (un. ventricular activation time, VAT), amely a kamrai aktiváció kezdetétől az R- (vagy S) hullám csúcsáig mérhető időtartam. Ez bal kamra hipertrófiában meghaladja a

0,045 sec. -ot. A bal kamra hipertrófia általában ST-szakasz, T-hullám eltéréseket is okoz, ezeket "strain" tulajdonságnak (strain=tulterhelés) is nevezzük. Ilyenkor a bal kamrai elvezetésekben ívelt ST-depresszió, T-inverzió jelenik meg (56. ábra).

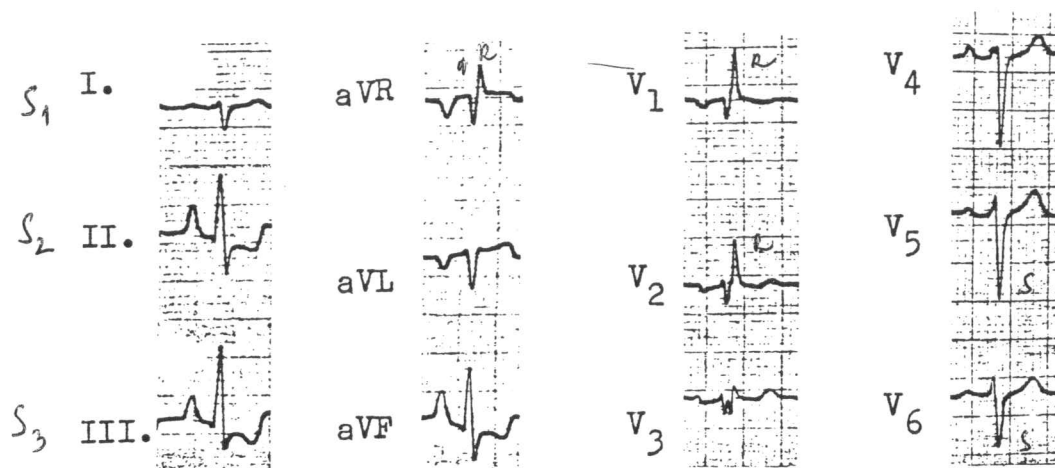


56. ábra
Bal kamrai hipertrófia és strain



57/A ábra

A jobb kamra hipertrófia és strain EKG jeleinek magyarázata a jobb és bal kamrai elvezetésekben (A) és EKG képe (B). Emellett a frontális síkban jobb, V_1 -ben bal pitvar megnagyobbodás EKG jelei, inkomplett jobb Tawara-szár blokk



57/B ábra

Jobb kamra hipertrófia: a szív óra-irányu^x (horális)-rotációját okozza, a szív általában vertikális pozícióba kerül, ami az elektromos főtengely jobb deviációját eredményezi (57. ábra). Horális rotáció esetén a jobb kamra kerül előre, az interventrikuláris szeptum közel párhuzamos lesz a mellkasfallal, emiatt V₁-től V₅-ig "jobb kamrai" rS-komplexusok láthatók. Antihorális rotáció esetén a bal kamra nagyobb része kerül előre, közelebb a mellkasfalhoz, ezért V₃-tól V₆-ig "bal kamrai" qR-komplexusok láthatók.

Emlékeztetve a már korábban leírtakra, normális körülmények között először az interventrikuláris szeptum depolarizálódik, amit a két kamra szabad falának depolarizációja követ. A bal kamra elektromos erőtere jóval meghaladja a jobb kamráét, nagyobb izomtömegénél fogva. Jobb kamra hipertrófiában azonban - amikor a jobb kamra izomtömege extrémén megnő - a jobb kamra depolarizációja által keltett elektromos mező a bal kamráét meg is haladhatja. Ennek következtében a jobb kamrai elvezetésekben nagy R-hullámok láthatók. Ugyanakkor ezekben az elvezetésekben a már előzőleg említett "strain" jellegek (ST-depresszió, T-inverzió) megjelenhetnek. V₅, V₆-elvezetésekben viszont mély S-hullámok jelennek meg. Mivel a QRS terminális vektora jobbra, előre és felfelé mutat, S₁, S₂, S₃-jelleg észlelhető a standard, I, II, III elvezetésekben, míg aVR-ben nagy R-hullám (qR-komplexus) látható. A standard elvezetésekben gyakran S₁, S₂, R₃ jelleg is megfigyelhető.

Bal kamra hipertrófia EKG-jelei:

1. Nagy R-hullámok a bal kamrai (I, aVL, V₅, V₆) elvezetésekben.
2. Mély S-hullámok a jobb kamrai (V₁; V₂) elvezetésekben.
3. V₁S és V₆R összege meghaladja a 37 mm-t (un. Volt-kritérium).
4. V₅, V₆-ban a kamrai aktivációs idő (VAT) megnő, nagyobb, mint 0,045 sec.
5. Bal deviáció.
6. Antihorális rotáció.
7. "Strain" jellegek a bal kamrai elvezetésekben.

^x Az óramutató járásával megegyező irányu.

Jobb kamra hipertrófia EKG-jelei:

1. Horális rotáció, vertikálisan elhelyezkedő szív.
2. Jobb deviáció.
3. Nagy R-hullám a jobb kamrai elvezetésekben.
4. "Strain" jelleg a jobb kamrai elvezetésekben.
5. Nagy R-hullám (qR) aVR-ben.
6. S_1, S_2, S_3 , vagy S_1, R_2, R_3 jelleg a standard elvezetésekben.

Akut jobb kamra terhelés (akut cor pulmonale) EKG jelei:

Átmeneti: jobb deviáció, jobb kamra hipertrófia és strain jelei, /komplett, vagy inkomplett jobb Tawara-szár blokk, S_1, Q_3, T_3 jelleg (I elvezetésben mély S-hullám, III elvezetésben Q-hullám, ST-depresszió, T-inverzió), sinus tachikardia, P-pulmonale (ld. később).

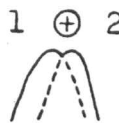
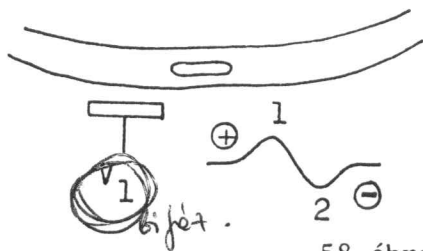
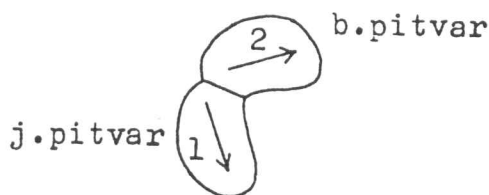
• st. II

$P = \text{pitvari depol.}$

16. A pitvar-megnagyobbodás EKG-jelei

A P-hullám a pitvari depolarizáció jele az EKG-n. A P-hullám akkor kezdődik, amikor az ingerület elhagyja a sinus-csomót. Mivel a sinus-csomó a jobb pitvarban van, a jobb pitvar kissé előbb aktiválódik, mint a bal. A P-hullámok legjobban általában a standard II és V_1 -elvezetésekben láthatók.

A pitvarok aktiválódását normálisan a V_1 -elvezetésben bifázisos P-hullám jelzi, mivel a pitvarok úgy helyezkednek el, hogy a jobb pitvar elől, az elülső mellkasfal felé esik, a bal pitvar pedig hátrább, a szegycsonttól távolabb, a kamrák mögött helyezkedik el. Így a jobb pitvari depolarizáció a V_1 -elektroda felé közeledik és időben megelőzi a bal pitvari depolarizáció kezdetét (első, pozitív komponense a P-hullámnak), a bal pitvari depolarizáció a V_1 -elektrodától távolodik és késik a jobb pitvari depolarizációhoz képest (második, negatív komponense a P-hullámnak) (58. ábra).



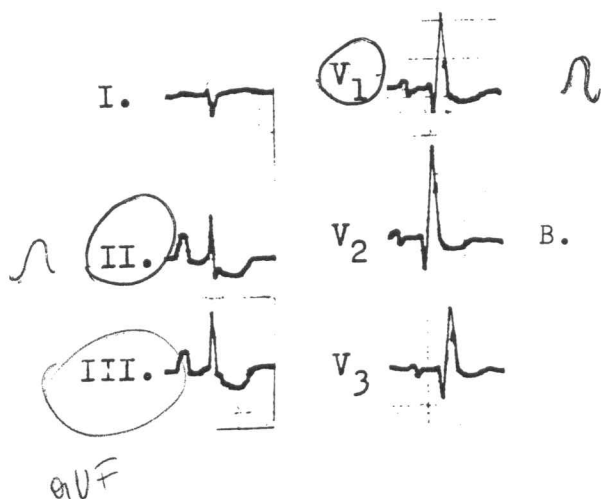
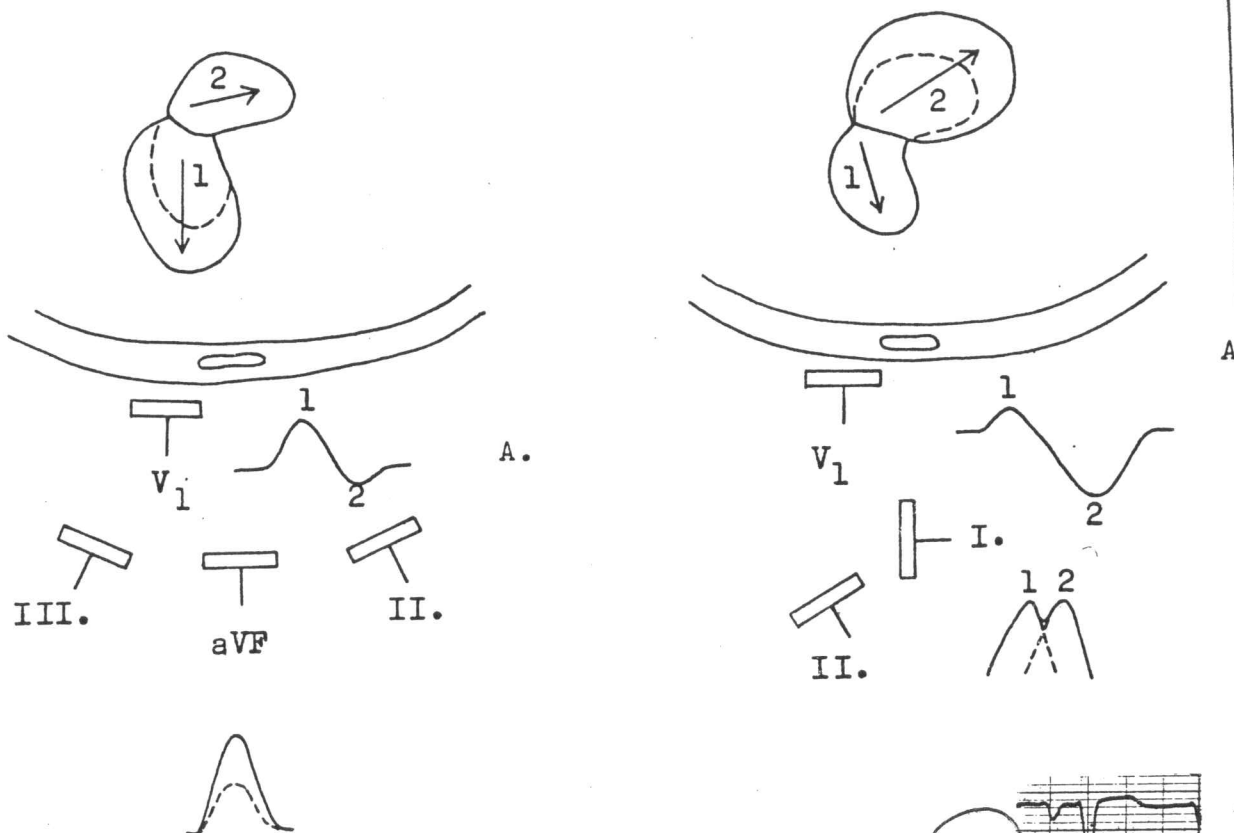
• az on. ir.

58. ábra

P-hullám keletkezésének magyarázata V_1 és II. elvezetésben

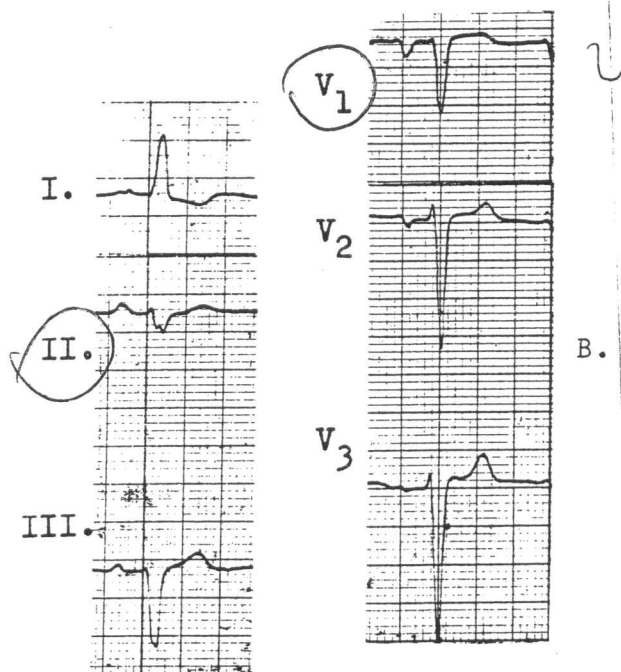
A standard II-elvezetésben a két pitvar depolarizációs vektorának vetülete egybeesik és normálisan szummálódva azonos irányú kitérést okoz.

Jobb pitvar megnagyobbodás: a P-hullám jobb pitvari komponense megnő, ennek következtében (59. ábra):



59. ábra

A jobb pitvar megnagyobbodás okozta EKG eltérések magyarázata (A) és EKG képe (B)



60. ábra

A bal pitvar megnagyobbodás okozta EKG eltérések magyarázata (A) és EKG képe (B)

1. V_1 -ben a P-iniciális komponensének amplitudója megnő, általában meghaladja a 2,5 mm-t.

2. A P-hullám amplitudója II, III, aVF-elvezetésekben megnő, általában meghaladja a 2,5 mm-t.

3. A P-hullám időtartama 0,11 sec., vagy annál kevesebb.

4. A P-tengely jobbra deviál, gyakran $+75^\circ$, vagy több.

A jobb pitvar megnagyobbodást tükröző P-hullámot P-pulmonale-nak is nevezik.

Bal pitvar megnagyobbodás: a P-hullám bal pitvari komponense megnő, ennek következtében (60. ábra, előző oldalon!):

1. V_1 -ben a P-hullám terminális komponensének amplitudója megnő, kitérése negatív irányban eléri, vagy meghaladja az 1 mm-t.

2. I, II. standard elvezetésekben a P-hullám szélesebb, hasadt lesz, időtartama meghaladja a 0,10 sec.-ot.

3. A P-tengely balra deviál, $+30-0^\circ$ -körüli lesz.

17. Hipo- és hiperkalémia hatása az EKG-ra

Általánosságban érdemes megjegyezni, hogy a K-ion szöveti- és szérumkoncentrációjának megváltozása gyakran okoz eltérést az EKG-n. Ezek az eltérések azonban gyakran nincsenek korrelációban a hipo- vagy hiperkalémia laboratóriumi súlyosságával, viszont általában jól tükrözik a beteg állapotát. Az EKG eltérések többnyire sokkal jobban látszanak a mellkasi elvezetésekben. Értékelésüknél a betegről különböző időpontokban készült EKG-k összehasonlítása kívánatos.

Hipokalémia: elsősorban a repolarizációban okoz zavart (61. ábra). (Köv. oldalon!)

1. Prominens U-hullámok alakulnak ki.

2. A T-hullámok laposabbak, szélesebbek lesznek, T-inverzió is kialakulhat.

3. A QT-távolság a normális felső határát eléri, vagy kissé meghaladja.

4. ST-depresszió alakul ki.

5. Vezetési és ritmuszavarok keletkezhetnek: a PQ-szakasz megnövekedése, AV-junkcionális ritmus, szupraventrikuláris tahikardia, fokozott pitvari, vagy kamrai ektópiás aktivitás, stb.

Hiperkalémia: szintén elsősorban a kamrai repolarizációban okoz zavart (62. ábra, következő oldalon!)

1. Magas, csúcsos T-hullámok keletkeznek.

2. Az R-hullámok amplitudója csökken.

3. A QRS kiszélesedik.

4. A PQ-távolság megnő.

Kamrai repol.

zavare

U

T lapos, széles, inv.

QT fél ↑

ST depr.

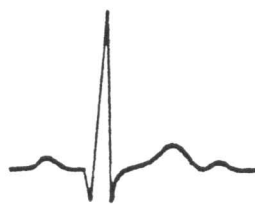
(PQ ↑)

Kamrai

repol.

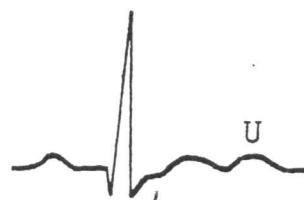
zavare

A.

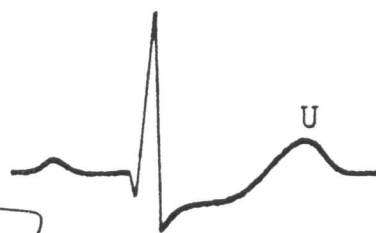


normál

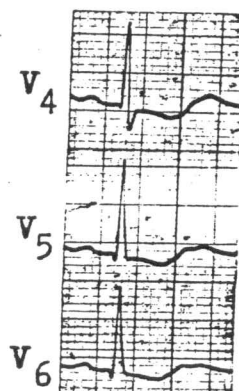
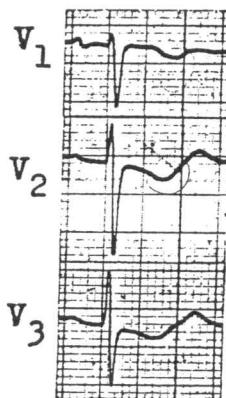
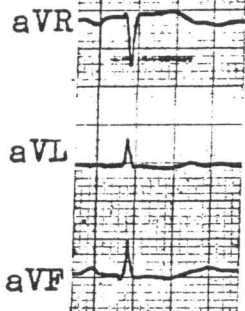
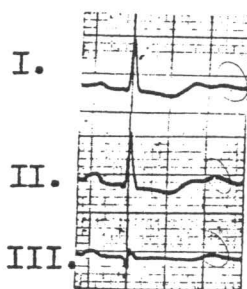
- U hullám
- mély, kesz T
- S-T depr.
- p-Q T



hypokalaemia



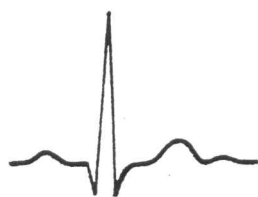
B.



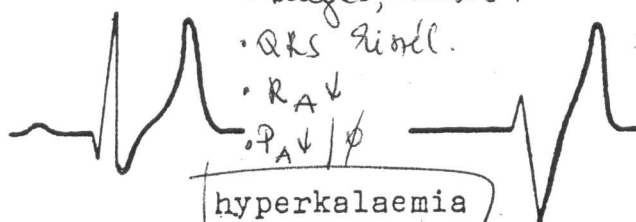
61. ábra

Hipokalémiára jellemző EKG sematikus ábrázolása (A), hipokalémiás EKG (B)

A.



normál



hyperkalaemia

- magas, keses T
- QRS szűk.
- RA ↓
- PA ↓
- QT ↓
- ST depr.

I.

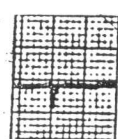
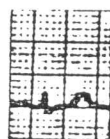
II.

III.

aVR

aVL

aVF



B.

V1

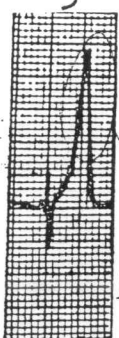
V2

V3

V4

V5

V6

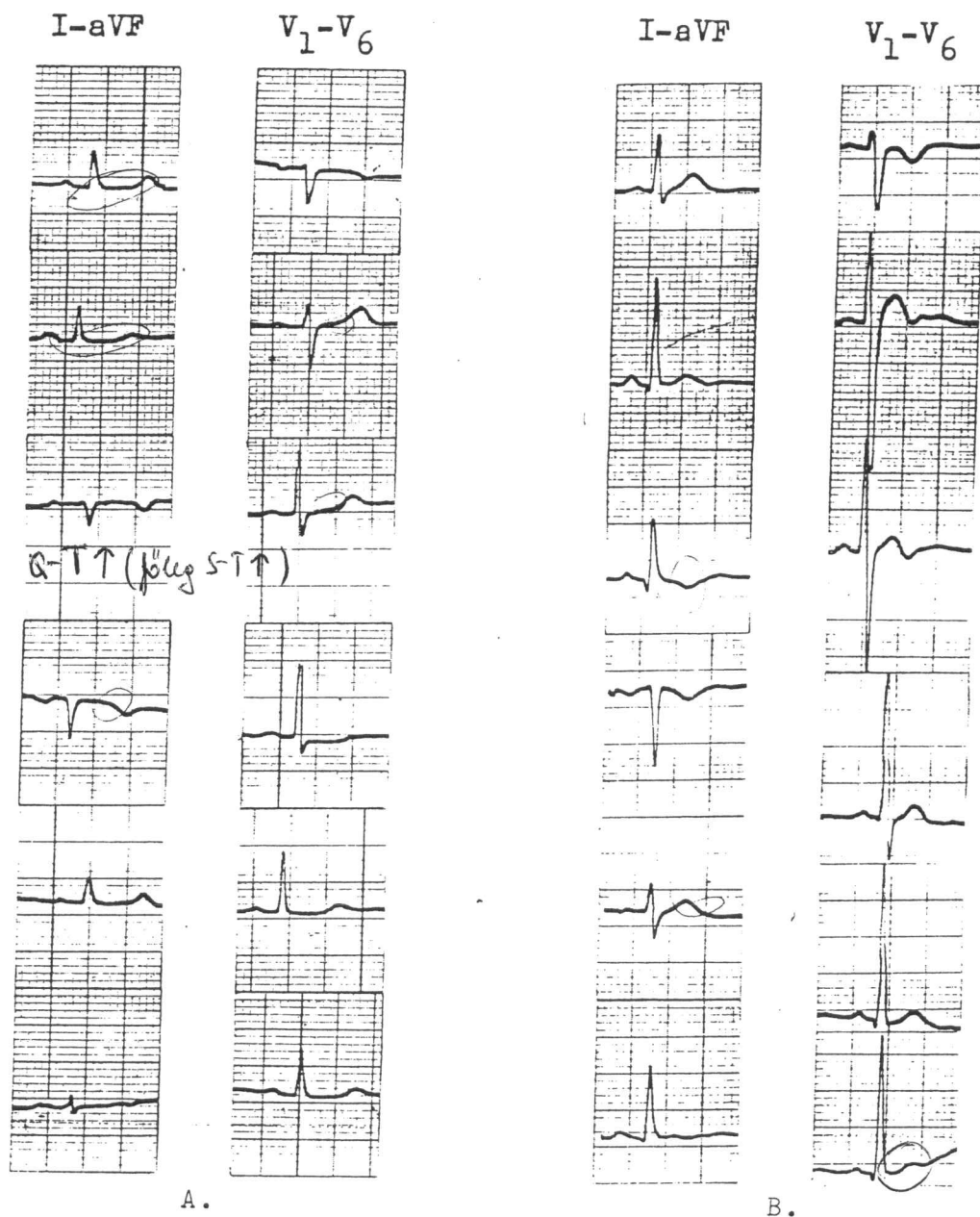


62. ábra

Hiperkalémiára jellemző EKG sematikus ábrázolása (A), hiperkalémiás EKG (B)

5. A P-hullámok amplitudója csökken, a P-hullámok eltűnhetnek.
6. ST-depresszió gyakran létrejön.
7. A QT-szakasz általában lerövidül.

18. Hipo- és hiperkalcémia hatása az EKG-ra



63. ábra

EKG eltérések hipokalcémiában (A) és hiperkalcémiában (B)

Hipokalcémia: elsősorban a QT-szakaszban okoz eltérést (63. ábra A).

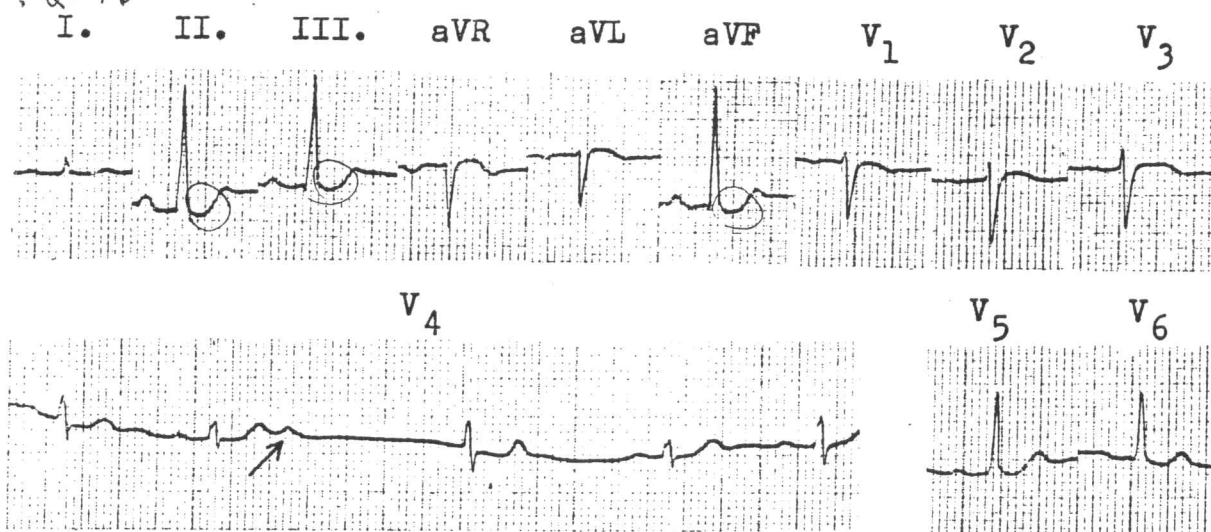
1. A QT-szakasz megnyulik, a megnyulás döntően az ST-szakaszt érinti.
2. A T-hullám normális maradhat, de gyakran több elvezetésben szimmetrikus T-inverzió figyelhető meg.

Hiperkalcémia: szintén elsősorban a QT-szakaszban okoz eltérést (63. ábra B).

1. A QT-szakasz lerövidül, a rövidülés mértéke a szérum kalcium szinttel fordítottan arányos.
2. Bizonyos esetekben a T-hullám kiszélesedése, lekerekítetté válása észlelhető.
3. Az ST-T eltérések sokszor a digitális okozta elváltozásokhoz hasonlítanak.

19. Digitális hatás EKG-jelei

• ST s. menti depress.
• P-Q T
• Q-T ↓



64. ábra

Digitalis hatás. Sinus ritmus, PQ: 0,20 sec, megrövidült QT-távolság, II, III, aVF-ben sajkszerű ST-depresszió. V₄-ben blokkolt pitvari ES, amit AV-junkcionális pótlás (escape) követ. Ezután a sinus ritmus helyreáll

A digitális az EKG-n jelentős eltéréseket okozhat (64. ábra), az eltérések azonban az alkalmazott dózissal nincsenek szoros korrelációban. Az EKG-változás kifejezettebb, ha az alapgörbe eleve kóros volt.

A digitalis hatás EKG jelei:

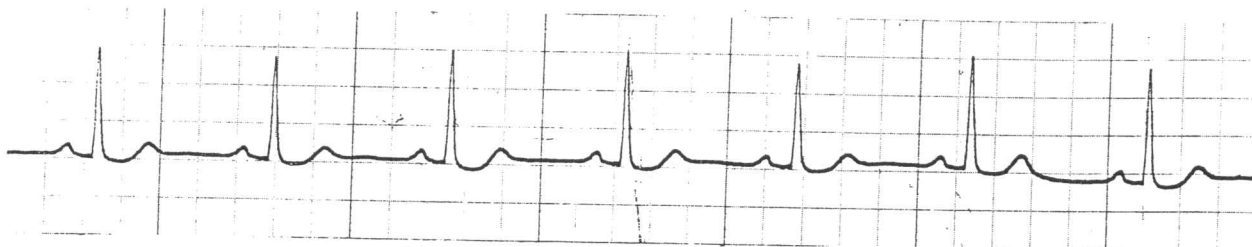
1. Az ST-szakasz sajkszerű depressziója, a T-hullám amplitudója csökken.
2. T inverzió alakulhat ki.
3. A QT-távolság csökken.
4. A PQ-távolság megnő.
5. Az ST-T eltérések kifejezettebbek II, III, aVF és a bal prekordiális elvezetésekben, mint I-ben és a jobb kamrai elvezetésekben.
6. Toxikus dózisban ingerületvezetési zavarok keletkezhetnek; különböző foku AV-blokkok.

AZ INGERKÉPZÉS ZAVARAI

20. Sinus ritmus

Normálisan a szív ritmusát egyetlen pacemaker, a sinus-csomó határozza meg. Bár, mint már tudjuk, a szívnek több más potenciális pacemakere van (AV-junkció, Tawara-száraz, Purkinje-rostok, stb), ezek spontán ingerképzési frekvenciája kisebb, mint a sinus-csomóé. Emiatt "hallgatnak", hiszen a sinus-csomó felől érkező nagyobb frekvenciájú ingerületek állandóan kisütik őket.

A normális sinus ritmus jellemzői (65. ábra)



65. ábra

Normális sinus ritmus (IL elvezetés)

1. Szabályos ritmus, a frekvencia 60-100/min között van.
2. A P-hullámok alakja normális.
3. Az I, II, aVF és a bal mellkasi elvezetésekben a P pozitív, aVR-ben negatív.
4. A P-hullámok alakja az egyes elvezetésekben belül változatlan.
5. A PQ-távolság 0,12 sec, vagy annál több.
6. Minden P-hullámot QRST követ, hacsak nincs AV-blokk.

Sinus aritmia jellemzői (66. ábra) (következő oldalon)

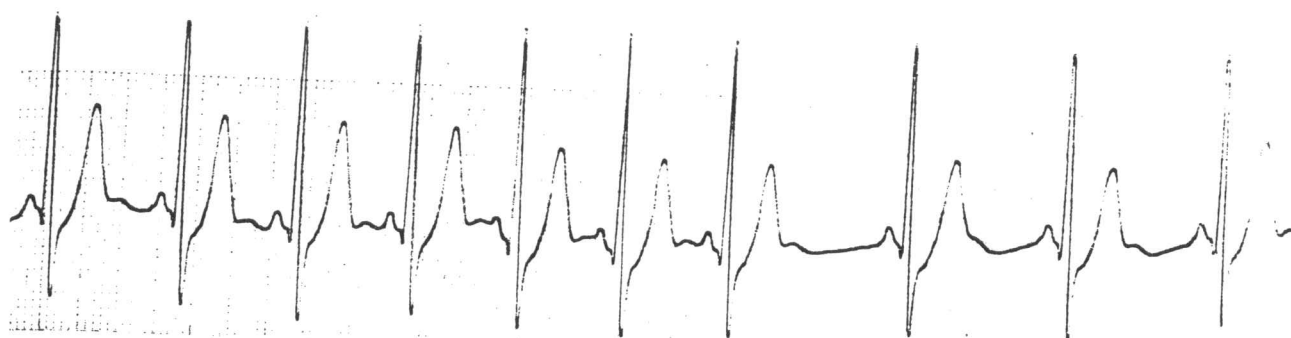
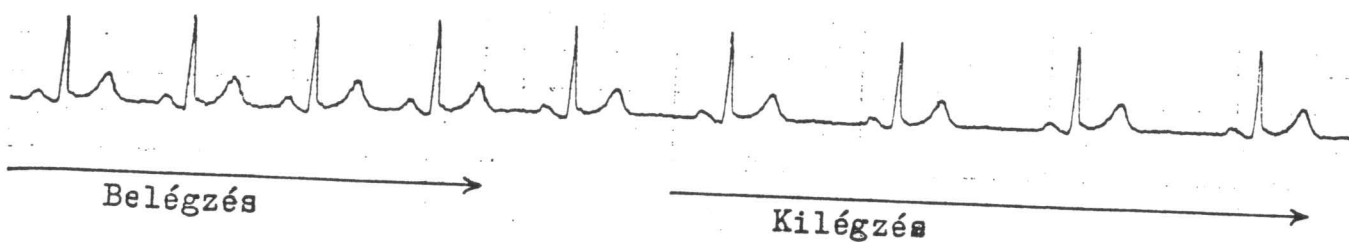
a sinus ritmus nem szabályos, a sinus csomó kisütési frekvenciája ingadozik és ez az ingadozás általában a 10 %-os szintet meghaladja. Két formáját különböztetjük meg:

- ① Fázikus, vagy légzési aritmia; normális élettani jelenség, elsősorban fiataloknál; a n. vagus tónusának légzéssel összefüggő ingadozása miatt a szívfrekvencia belégzéskor nő, kilégzéskor csökken.
- ② Nem fázikus: a szívfrekvencia ingadozása független a légzéstől. Gyakrabban látjuk idős, általában beteg embereknél.

Sinus tachikardia jellemzői (67. ábra) (következő oldalon!)

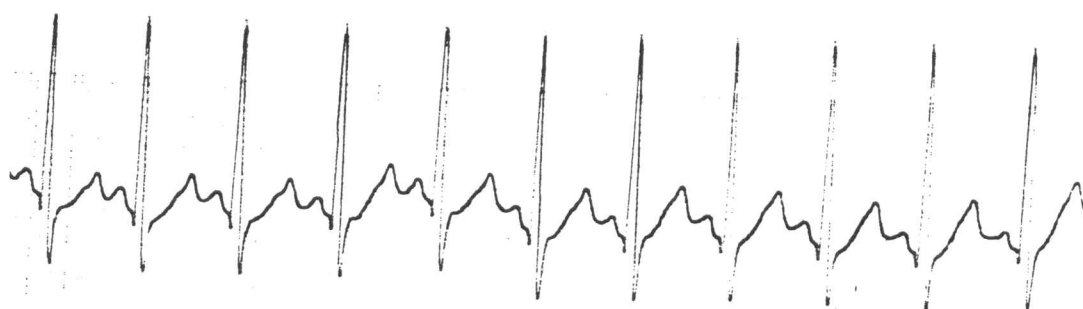
1. Szabályos sinus ritmus.
2. A frekvencia 100/min, vagy annál nagyobb.

Normális jelenség: terhelés után vagy alatt, emocionális ingerekre. Kiválthatja: szív-érelégtelenség, láz, pajzsmirigy túlműködés, gyógyszerek.



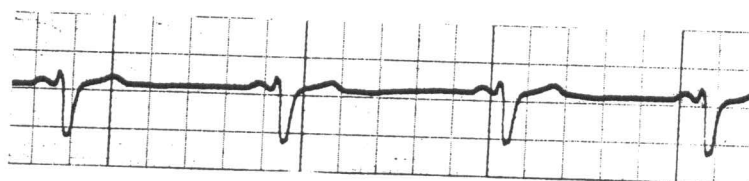
B.

66. ábra
Légzési aritmia (A) és nem fázikus sinus aritmia (B)



67. ábra
Sinus tachikardia (L elvezetés)

Sinus bradikardia jellemzői (68. ábra)

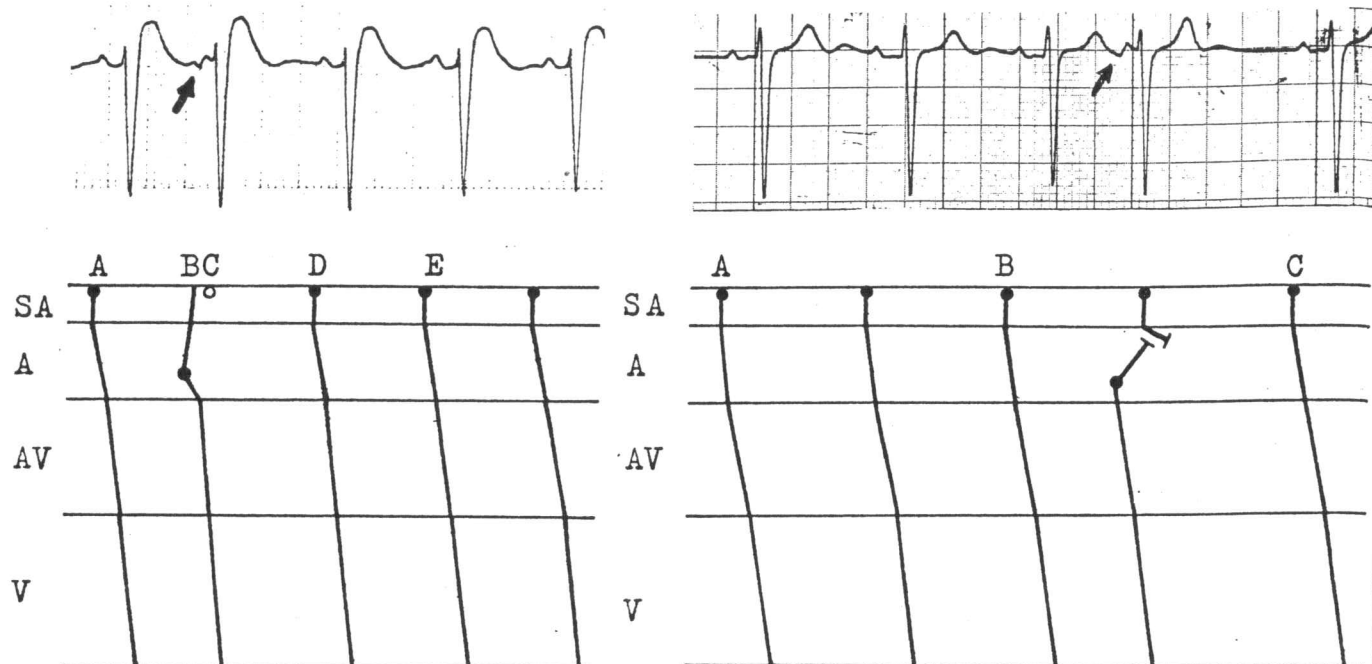


68. ábra
Sinus bradikardia (III elvezetés)

- ① Szabályos sinus ritmus.
- ② A frekvencia 60/min alatt van.

Normális jelenség: sportolóknál, akiknél a vagus tónus nagy, alvás alatt, a vagus tónus fokozásakor (carotis masszáz, stb.). Kiválthatja: csökkent pajzsmirigyműködés, elzáródásos sárgaság, agnyomás-fokozódás, szemelnyomás fokozódás (glaucoma), gyógyszerek (digitalis, stb.), sinus-csomó betegség, stb.

21. Ektópiás pitvari ritmus



A) Az EKG-görbén egy tipikus pitvari ES látható. A P'-hullám korán jön, bifázisos, utána a QRS alakja nem változik. Alatta létra-diagram ábrázolja az EKG-n látható szakaszt. Ez a pitvari ES alulkompenzált mert visszafelé vezetődve a B pontban kisüti a sinus-csomót, amely normálisan csak a C-pontban aktiválódott volna. Emiatt egy új, előretolt sinus ciklus indul be. Így az AD-távolság kisebb lesz, mint a DE-távolság kétszerese; emiatt az ES alulkompenzált.

~~norm. ciklus + ES-ciklus~~ \rightarrow mint két norm. ciklus
 (ES-t megelőző + ES-t követő)

B) Ez a pitvari ES nem tudott a sinus csomóba visszavezetődni, mivel az már korábban aktiválódott. Így az AB és BC-távolság megegyezik; ez a pitvari ES teljesen kompenzált.

$$2R-R = ES-S + \text{norm. } R-R \quad (ES-t követő)$$

$$2R-R = ES-t megelőző + ES-t követő \text{ ciklus}$$

69. A-B ábra

Ilyenkor az ingerképzés egyszer, többször, vagy sorozatosan nem a sinus-csomóból, hanem a pitvar valamelyik részéből v. részeiből indul ki.

Pitvari extraszisztolék: extraszisztolénak nevezzük az ektópiás (nem sinus) göcből kiinduló, a normális sinus impulzusnál korábban létrejövő utéseket. Az extraszisztole (ES) kapcsolási idejének nevezzük azt az időtartamot, ami az ES-t megelőző sinus ütés és az ES között eltelik. Az ES-eket követő kompenzációs szünet (idő) hossza alapján teljesen kompenzált, alulkompenzált és tulkompenzált ES-eket különböztetünk meg. Az ES kompenzált, ha az ES-t megelőző és az azt követő első sinus ütés közötti távolság (időtartam) megegyezik 2 sinus ciklussal. Alulkompen-

zált, ha az ES-t megelőző és az azt követő első sinus ütés közötti távolság 2 sinus ciklusnál rövidebb. Tulkompenzált, ha az ES-t megelőző és az azt követő sinus ütés közötti távolság a sinus ciklus-hossz kétszeresét meghaladja.

Interpolált ES-ről akkor beszélünk, ha az ES két sinus ütés között úgy helyezkedik el, hogy a sinus ciklust nem zavarja meg.

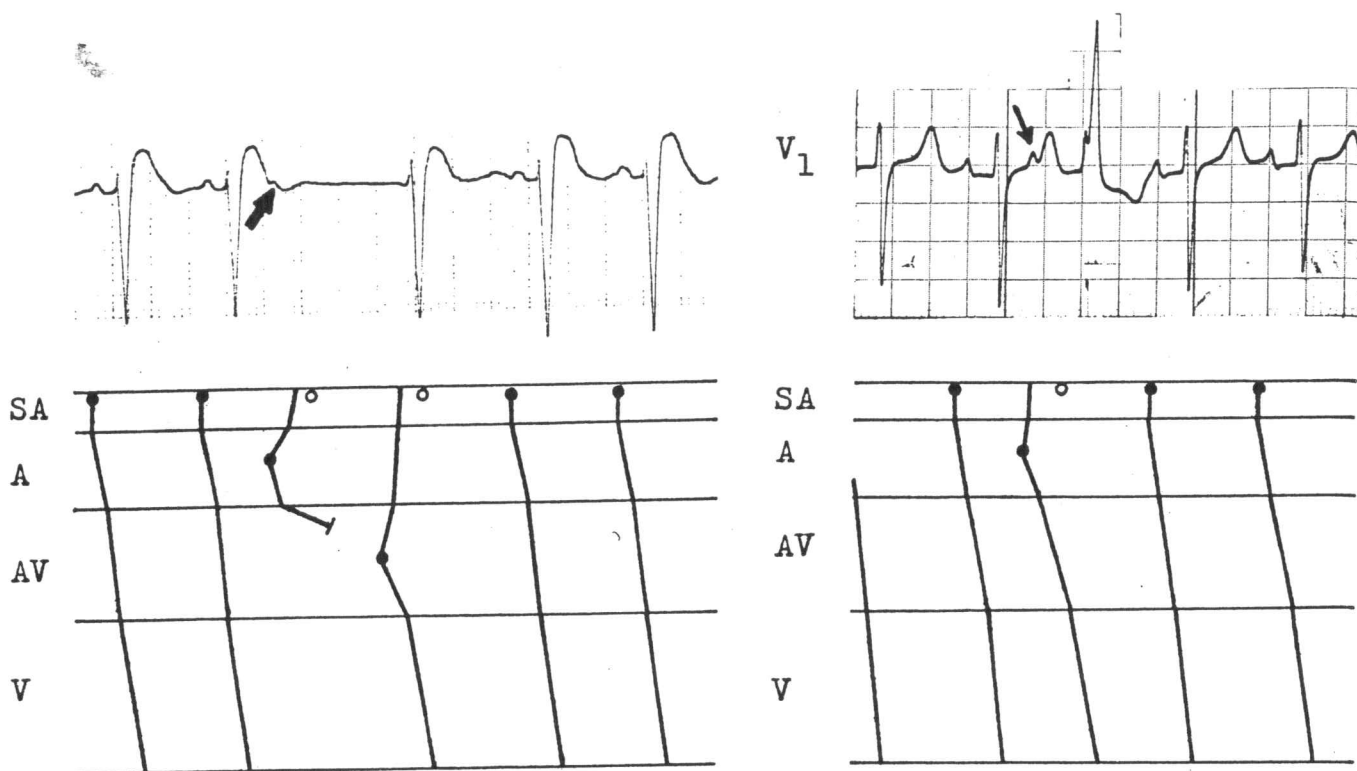


69. C ábra

C) Ez a pitvari ES tulkompenzált, mivel a BC-távolság az AB-távolság kétszeresét meghaladja. Tulkompenzált pitvari ES gyakran a sinus-csomó működésének zavarát jelzi

A pitvari ES-ek jellemzői (69, 70, 71. ábrák)

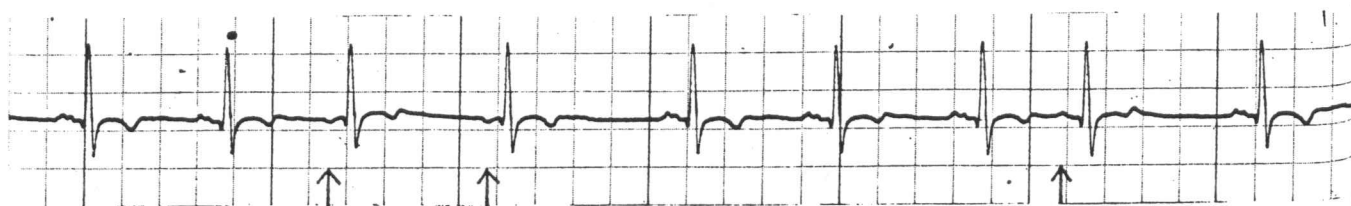
1. Az ektópiás P-hullám (P'-hullámnak is nevezik) korai.
2. A P'-hullám alakja a sinus P-től eltér, bizarr alakú, bifázisos, vagy negatív lehet.
3. Az ES-ek általában alulkompenzáltak.
4. A P'Q-távolság általában megegyezik, vagy hosszabb a sinus PQ-távolságnál, de rövidebb is lehet.
5. Ha a pitvari ES-ek multifokálisak (több gócból erednek), a P'-hullámok alakja különbözhet.
6. A P'-t követő QRS-komplexus általában megegyezik a P-t követővel, néha azonban alakja eltérhet ettől és a QRS-kiszélesedhet. Ilyenkor aberráns intraventrikuláris vezetésről beszélünk.
7. Ha a P' túl korán keletkezik, az AV-csomó még refrakter állapotban lehet, ilyenkor az ES nem tud a kamrára levezetődni és a P'-t nem követi QRS. Ilyenkor blokkolt pitvari ES-ről beszélünk.



70. ábra

Pitvari ES-ek

- A) Ez a pitvari ES blokkolt, mivel a korai impulzus az AV-csomót még refrakter fázisban találja és nem tud a kamrára vezetődni; a P'-hullámot nem követi QRS. Ha az AV-vezetés romlik, blokkolt pitvari ES könnyebben jön létre. A beteg, akiről az EKG készült, digitalis intoxikációban szenvedett. Érdekességgént az is megfigyelhető, hogy a blokkolt ES után nem sinus ütés, hanem AV-junkcionális escape-ütés következik. Ennek az az oka, hogy jelen esetben a sinus-csomó könnyen deprimálható, az AV-junkció automáciája pedig fokozott.
- B) Ez a példa jól mutatja az aberránsan vezetett pitvari ES jellegzetességeit: bizarr, kiszélesedett, az eredetitől eltérő QRS a P'-hullám után. A P' nagyon korai, az AV-vezetőrendszer ilyenkor még relativ refrakter fázisban van, lassabban vezet. Ezért a P'Q távolság meghaladja a szokásos PQ-t, példánkban 0,29 sec, míg a többi helyen csupán 0,18 sec. A P'-utáni QRS jobb Tawara-szár mintá szerint vezetődik, mivel valószínűleg az ektópiás impulzus idején a jobb Tawara-szár még refrakter fázisban volt és az ingerület a bal Tawara-száron át érte el a kamrát.



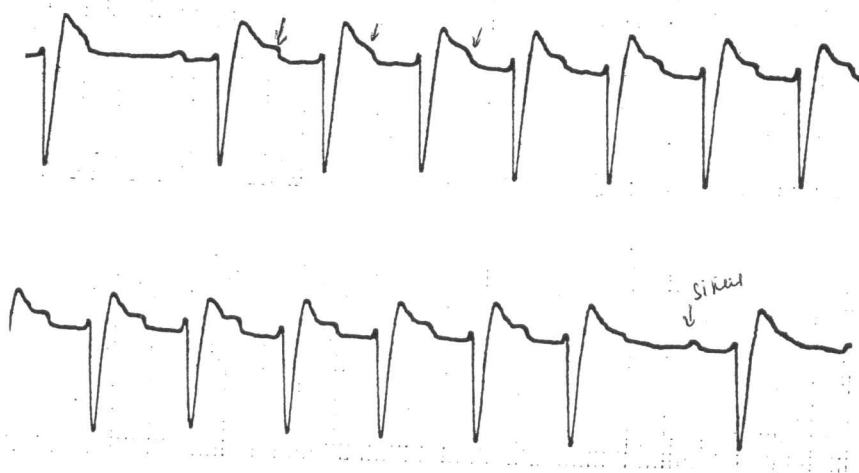
71. ábra

Multifokális pitvari ES-ek (nyíllal jelölve)

Pitvari ES-t észlelünk egészségeseknél, viciumokban, isémiás szivbetegségben, digitális intoxikációban, pajzsmirigy túlműködésben, a szimpatikus tónust fokozó és egyéb gyógyszerek adása után. A pitvari ES-ek szupraventrikuláris tahikardiát, pitvarfibrillációt indíthatnak be.

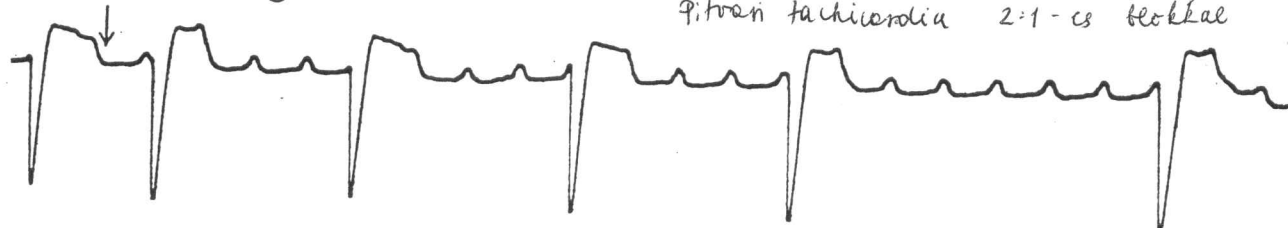
Paroxizmális pitvari tahikardia (PAT): paroxizmálisnak nevezzük a rohamszerűen jelentkező, hirtelen kezdődő és megszűnő tahikardiákat. PAT akkor jön létre, ha egy pitvari ektópiás góc nagy frekvenciával egymás után 3-szor, vagy többször kislul. A PAT ugy is felfogható, mint egygócu pitvari ES-ek sorozata (72. ábra).

A.

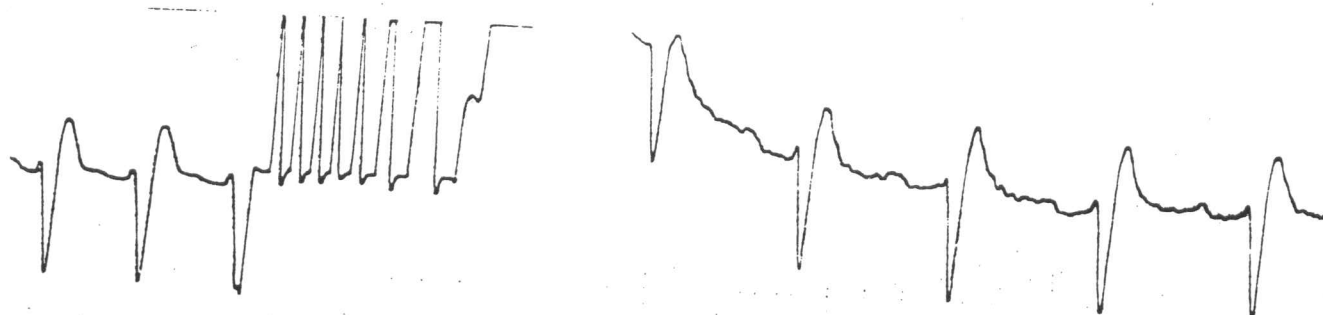


B.

Carotis massage



C.



↑ 80 Ws DC (SYNCHRON)

72. ábra
Pitvari tahikardia

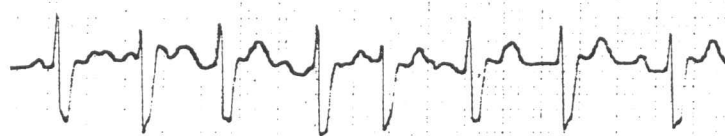
- A) Két sinus ütés után egy pitvari ES-sel paroxizmális pitvari tahikardia kezdődik. A pitvari és kamrai frekvencia megegyezik (115/min); ez 1:1-es AV-vezetési arányt jelent. Az alsó sorban a tahikardia megszűnése látható, az utolsó ütés sinus eredetű.
- B) Pitvari tahikardia 2:1-es blokkal. Carotis masszázis után a blokkarány nő, jól láthatóvá válik a kb. 200/min P'-frekvencia.
- C) Pitvari tahikardia kb. 120/min kamrai frekvenciával. 80 J szinkronizált elektromos kardioverzió után a sinus ritmus helyreáll.

Jellemzői:

1. A pitvari góc ektópiás, ezt a normálistól eltérő alaku ill. irányu P'-hullámok jelezik.
2. A P'-hullámok frekvenciája általában 140-250/min között van.
3. A P'-hullámok a QRS-t megelőzik, de felismerésük gyakran nehéz lehet.
4. A PQ-távolság normális, megnyúlt, vagy rövid is lehet.
5. A P'-hullámok terjedése a kamrára történhet normálisan, de gyakran AV-blokkosan is (ld. később). *blokkolt*
6. Ha az intraventrikuláris vezetés normális, a QRS-ek alakja megegyezik a normálissal. Intraventrikuláris vezetési zavar esetén bizarr, kiszélesedett, Tawara-szár blokk szerint vezető komplexusok jönnek létre. *aberrans*
7. A tahikardia extraszisztolával (hirtelen) kezdődik és hirtelen végződik.

Jelentősége: ritkán egészségeseknél is előfordulhat, gyakran társul azonban organikus szívbetegséghez, krónikus obstruktív tüdőbetegséghez, digitalis tuladagoláshoz, hipokalémiához.

Multifokális (kaotikus) pitvari tahikardia (MAT): a pitvari ektópiás aktivitás több gócból indul ki (73. ábra).



73. ábra

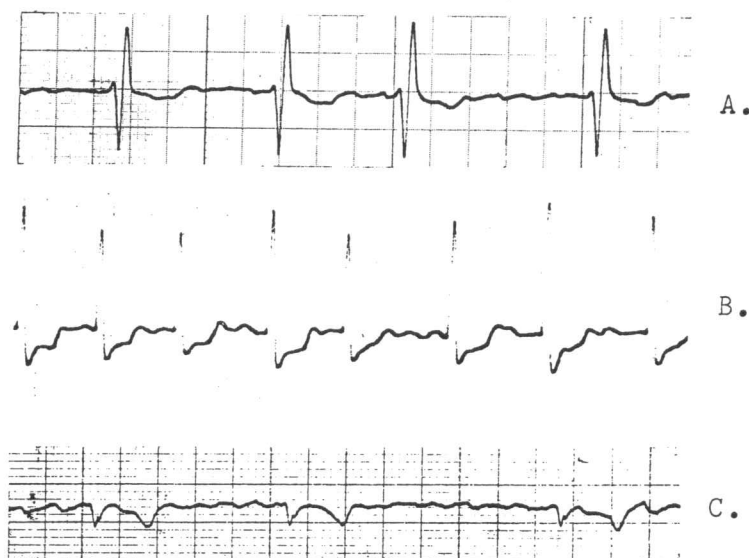
Multifokális pitvari tahikardia

Jellemzői:

1. A pitvari (P') frekvencia 100/min felett van.
2. A P'-hullámok alakja változó, a PQ-távolság is változhat.
3. A P'-P'-szakaszok szabálytalanok, de a P'-hullámok között van izoelektromos alapvonal.

Jelentősége: leggyakrabban tüdőbetegségekhez; súlyos cor pulmonale-hoz, anyagcsere zavarokhoz társul.

Pitvarfibrilláció az extraszisztolék után a leggyakoribb ritmuszavar. Ilyenkor a pitvari ingerképzés igen szapora, sok gócu, rendezetlen. Hatásos pitvarösszehúzódást ezért a számos képződő ingerület képtelen létrehozni. Mivel az ingerületek igen szaporán és szabálytalan időközökben érik el az AV-csomót, ezeknek csak egy része képes a kamrára vezetni, de így is szabálytalan időközönként. Az AV-vezetőrendszer kapacitásától függően megkülönböztetünk pitvarfibrillációt normális, magas és alacsony kamrai frekvenciával (74. ábra).



74. ábra

Pitvarfibrilláció: közepes (A), magas (B) és alacsony (C) kamrai frekvenciával

A pitvarfibrilláció EKG-jelei:

1. P-hullám nem látható, csak az alapvonal szabálytalan, szapora (350-600/min) oszcillációja. Ezeket a kis, változó amplitudójú hullámokat f-hullámoknak nevezzük. Legjobban általában a V₁-elvezetésben láthatók.
2. A kamrai ritmus teljesen szabálytalan, frekvenciája változó.
3. A QRST-komplexusok általában normálisak, de néha aberráltak.
4. Ha a kamrai ritmus szabályos, AV-junkcionális escape ritmus, vagy junkcionális akceleráció gyanúja merül fel.

A pitvarfibrilláció is lehet paroxizmális, ha rohamokban jelentkezik, vagy krónikus, ha hosszú időn át fennáll.

Jelentősége: leggyakrabban organikus szívbetegségekhez társul. Paroxizmális pitvarfibrilláció viszonylag gyakori pajzsmirigy túlműködésben és WPW-szindrómában.

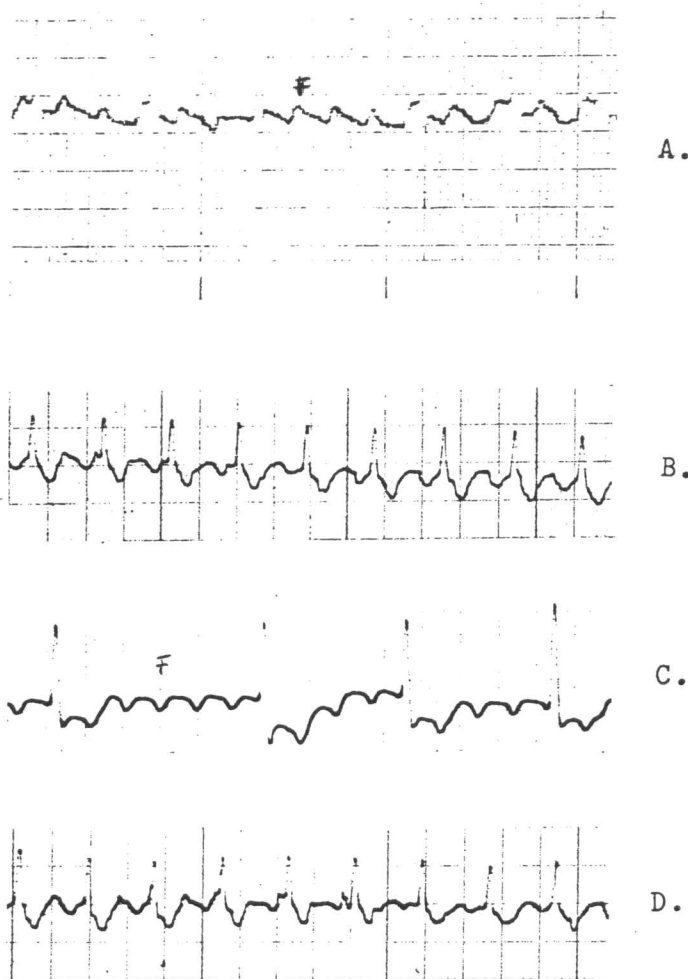
Pitvari flutter: a pitvarok szapora, szabályos aktivitása (75. ábra, következő oldalon!)

Jellemzői:

Lebegő!

1. Normális P-hullám nem látható, ehelyett egyforma, szabályos, szapora (260-300/min) oszcilláció észlelhető. Ezeket F (flutter)-hullámoknak nevezzük, amelyek leginkább fűrészfog szerűek, közöttük izoelektromos szakasz nem látható.
2. Az F-hullámok legjobban többnyire a II és V₁ elvezetésekben láthatók, II, III, aVF-ben rendszerint negatívak.

Fűrészfog



75. ábra

Pitvari flutter

- A) A kamrai frekvencia közepes, jól láthatók a szapora, szabályos, fűrészfogszerű F-hullámok.
 - B) 2:1-es blokk, a kamrai frekvencia 167/min. Az F-frekvencia a kamrainak kétszerese.
 - C) A blokkarány változó, az F-frekvencia kb. 330/min.
 - D) Un. flutter-fibrilláció. A görbe első szakaszán pitvari flutter, a másodikon pitvarfibrilláció látható.
3. A kamrai frekvencia a pitvari F-frekvenciától és az AV-vezetőrendszer kapacitásától függ, a pitvari impulzusok leggyakrabban 2:1 vagy 4:1-es AV-blokkal vezetődnek.
 4. A QRST-komplexusok lehetnek normálisak, vagy aberráltak.
 5. Carotis masszázis nem befolyásolja lényegesen a pitvari frekvenciát, de az AV-vezetés rontása révén csökkentheti a kamrai frekvenciát.

Jelentősége: az esetek többségében organikus szívbetegségben, néha pajzsmirigy túlműködésben, WPW-szindrómában fordul elő.

22. Escape ritmusok (pitütes)

Ezen a helyen tárgyaljuk a pitvari, az AV-junkcionális és kamrai escape ritmust.

Az escape mechanizmus lényege: már szó volt róla, hogy a sziv több potenciális pacemaker tartalmaz, így a sinus-csomót, a pitvarokat, az AV-junkciót, a kamrákat. Minden pacemakernek megvan a maga ingerképzési frekvenciája ill. ciklushossza. Általában igaz, hogy minél távolabb van egy pacemaker a sinus-csomótól, ingerképzési frekvenciája annál lassabb. A sziv ritmusát mindig a leggyorsabb pacemaker határozza meg, mivel a nála lassabb pacemakereket kisüti, mielőtt azok ingert képezhetnének. Ha azonban az "uralkodó" pacemaker hirtelen megszűnik ingereket képezni, vagy az általa képzett ingerület nem éri el az alsóbb pacemakeret, akkor az utóbbi a gátlás alól felszabadulva működésbe léphet. Azt az ütést, ami a gátlás megszűnte után keletkezik az alsóbb pacemakerben, escape-ütésnek nevezzük. Ha az alsóbb pacemaker két vagy több ütés erejéig átveszi a ritmus szabályozását, escape-ritmusról beszélünk (76. ábra, következő oldalon!)

Az escape mechanizmus (EKG-jelei):

1. Az escape-ütés későn jön létre (szemben az ES-sel, amely korán), nagyobb intervallum után, mint a domináns pacemaker ciklushossza.
2. Az escape ütés eredete szerint pitvari, AV-junkcionális és kamrai escapet különböztetünk meg.
3. A pitvari escapet késői, deformált P'-hullám jelzi.
4. Az AV-junkcionális escapet egy késői AV-junkcionális ütés jelzi.
5. A kamrai escapet egy késői bizarr alakú QRS; egy kamrai komplexus jelzi.

Az escape jelentősége: az escape mechanizmusnak elsődleges jelentősége nincs, másodlagosan a domináns pacemaker zavarát jelzi. Inkább az escape-ritmusok keletkezéséhez vezető tényezők lényegesek. Normálisan is előfordulhat AV-junkcionális escape sportolóknál, ahol a n. vagus tónusa fokozott, és sinus bradikardia AV-junkcionális escape-ritmussal váltakozhat. Az escape mechanizmus hiánya kóros, a domináns ingerképzés zavara, vagy blokk esetén a beteg halálához vezethet.

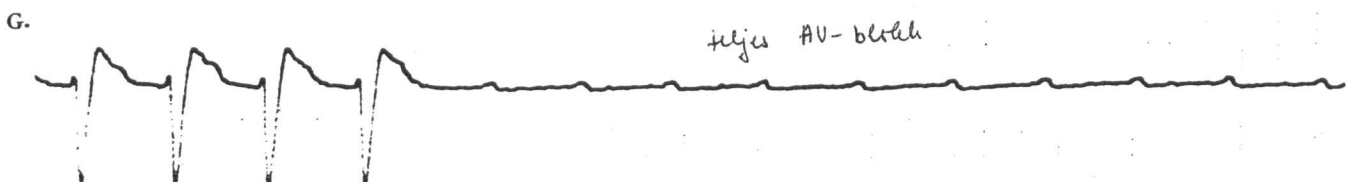
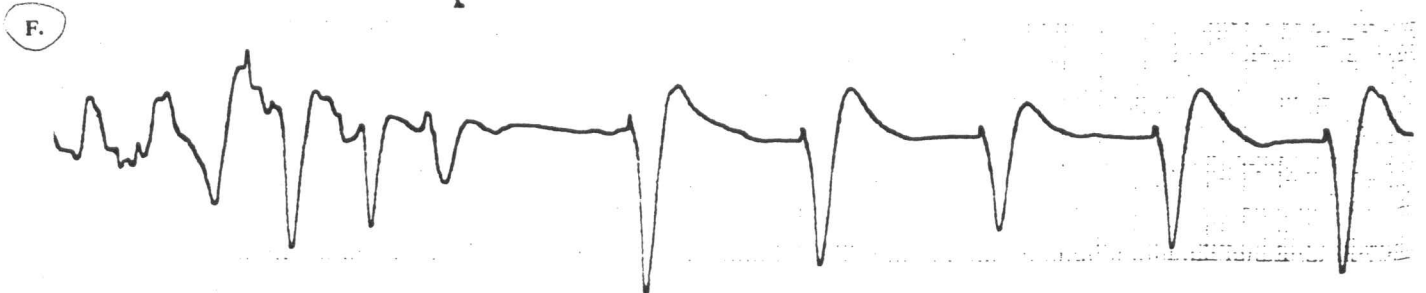
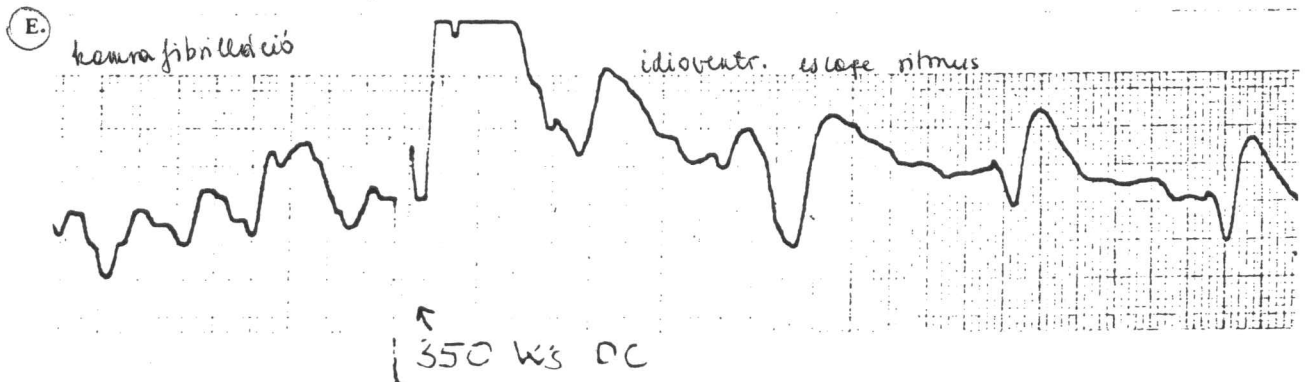
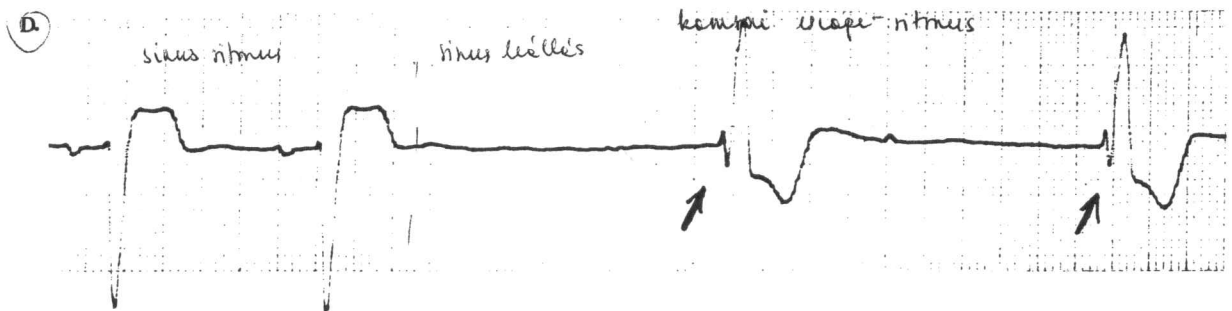
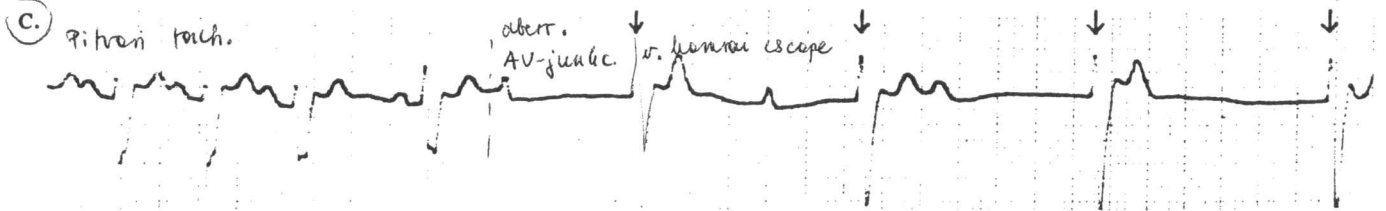
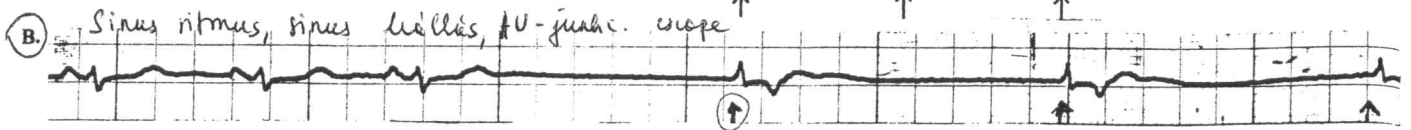
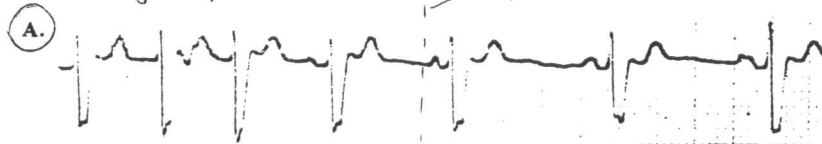
23. Az AV-junkcionális ritmus

Az AV-csomó környéke, amelyet AV-junkciónak nevezünk, képes pacemaker szerepet átszani, mivel elsősorban a His-kötegben olyan sejtek találhatók, amelyek ezt lehetősé teszik. Az AV-junkcionális ritmus többnyire olyan átmeneti escape-ritmus, ami a sinus-csomó depressziója, vagy magas foku AV-blokk miatt jön létre (77. ábra, a 71. oldalon!)

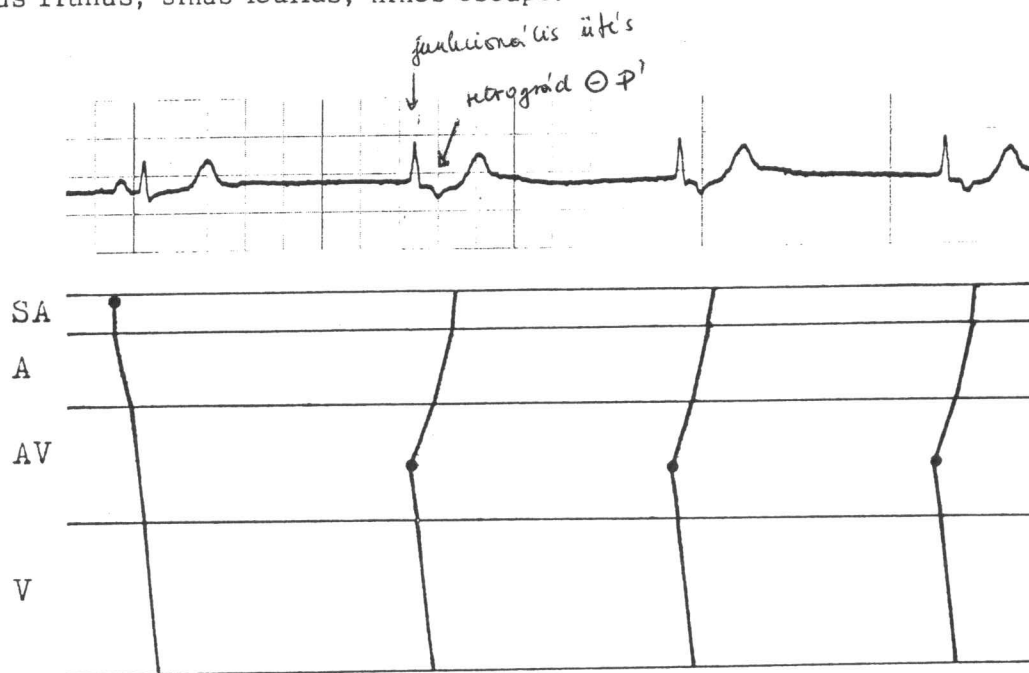
jellemzői:

- Lassu, szabályos ritmus, frekvenciája 35-60/min között van.
- A P'-hullámok a QRS-t megelőzhetik, benne lehetnek a QRS-ben, vagy követhetik P' (maximálisan 0,20 sec távol lehetnek a QRS-től).

multif. pitvari tachicardia, pitvari escape ritmus



- A) Multifokális pitvari tahikardia, megszünte után pitvari escape ritmus.
- B) Sinus ritmus, sinus leállás, AV-junkcionális escape (III. elvezetés).
- C) Pitvari tahikardia, ennek megszünte után aberránsan vezetett AV-junkcionális, vagy kamrai escape ritmus.
- D) Sinus ritmus, sinus leállás, kamrai escape ritmus. Az alapgörbe bal Tawara-szár blokkos, az escape-ütések jobb Tawara-szár minta szerint vezetődnek, tehát ez az escape ritmus valószínűleg a bal Tawara-szárból indult ki (V_1 elvezetés).
- E) Kamrafibrilláció, DC-sokk után idioventrikuláris escape ritmus.
- F) Spontán szűnő kamrai tahikardia, utána demand-pacemaker escape.
- G) Pitvari tahikardia 1:1-es vezetéssel, majd teljes AV-blokk, nincs escape.
- H) Sinus ritmus, sinus leállás, nincs escape.

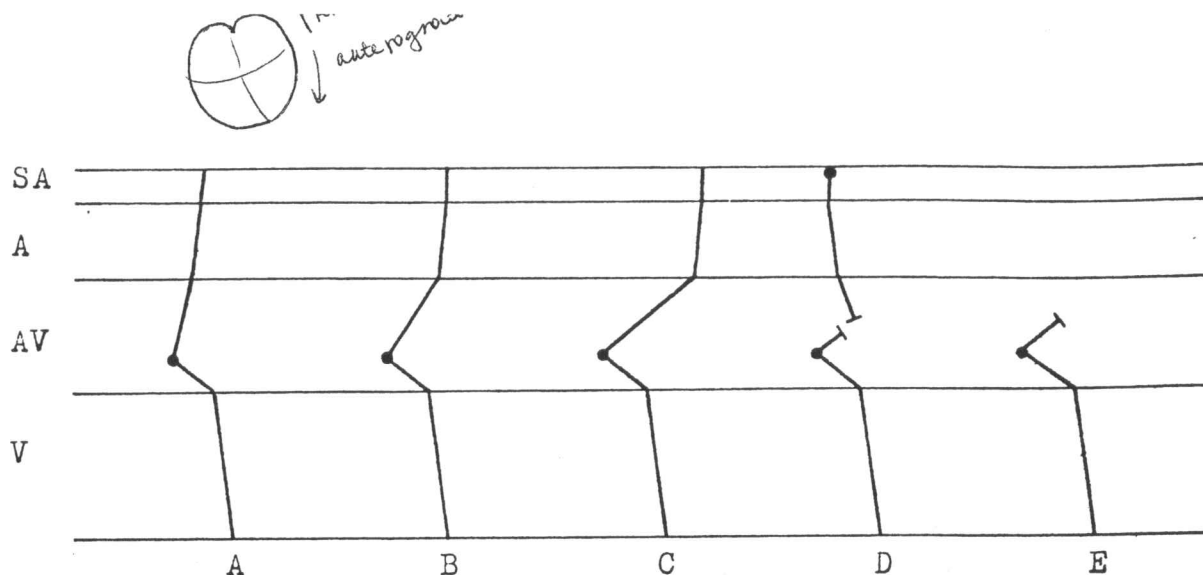


77. ábra

AV-junkcionális escape ritmus. Az első sinus ütés után sinus leállás, AV-junkcionális escape ritmus 43/min frekvenciával. A junkcionális ütések után retrográd negatív P'-hullámok láthatók (III. elvezetés)

3. A P'-hullámok alakja eltér a sinus P-től.
4. A P'-hullámok retrográd vezetés útján jönnek létre, azért II, III, aVF-ben negatívak, aVR-ben pozitívak.
5. Ha a P'-hullámok a QRS-t megelőzik, a maximális P'Q-távolság nem nagyobb, mint 0,12 sec.
6. A QRS általában normális alakú, néha aberrált is lehet.

Az AV-junkcióból kiinduló impulzus vezetési variációi a következők lehetnek (78. ábra). (Következő oldalon!)



78. ábra

Az AV-junkcióból kiinduló impulzus vezetési variációi. Magyarázatot ld. a szövegben

- ha a retrográd (pitvarok felé) vezetési idő rövidebb, mint az anterográd (kamrák felé), a P' a QRS-t megelőzi.
- ha a retrográd és anterográd vezetési idő közel egyenlő, a P' beleesik a QRS-be, ezért gyakran nem látható.
- ha a retrográd vezetési idő hosszabb, mint az anterográd, a P' -hullám a QRS után (mögött) lesz.
- az AV-junkcionális impulzus terjedése retrográd irányban blokkolt, mivel interferál a felülről jövő (sinus) impulzussal az AV-csomóban. Ilyenkor a sinus P beleesik a QRS-be,
- az AV-junkcionális impulzus terjedése retrográd irányban blokkolt, mert az AV-csomó ez esetben visszafelé nem vezet.

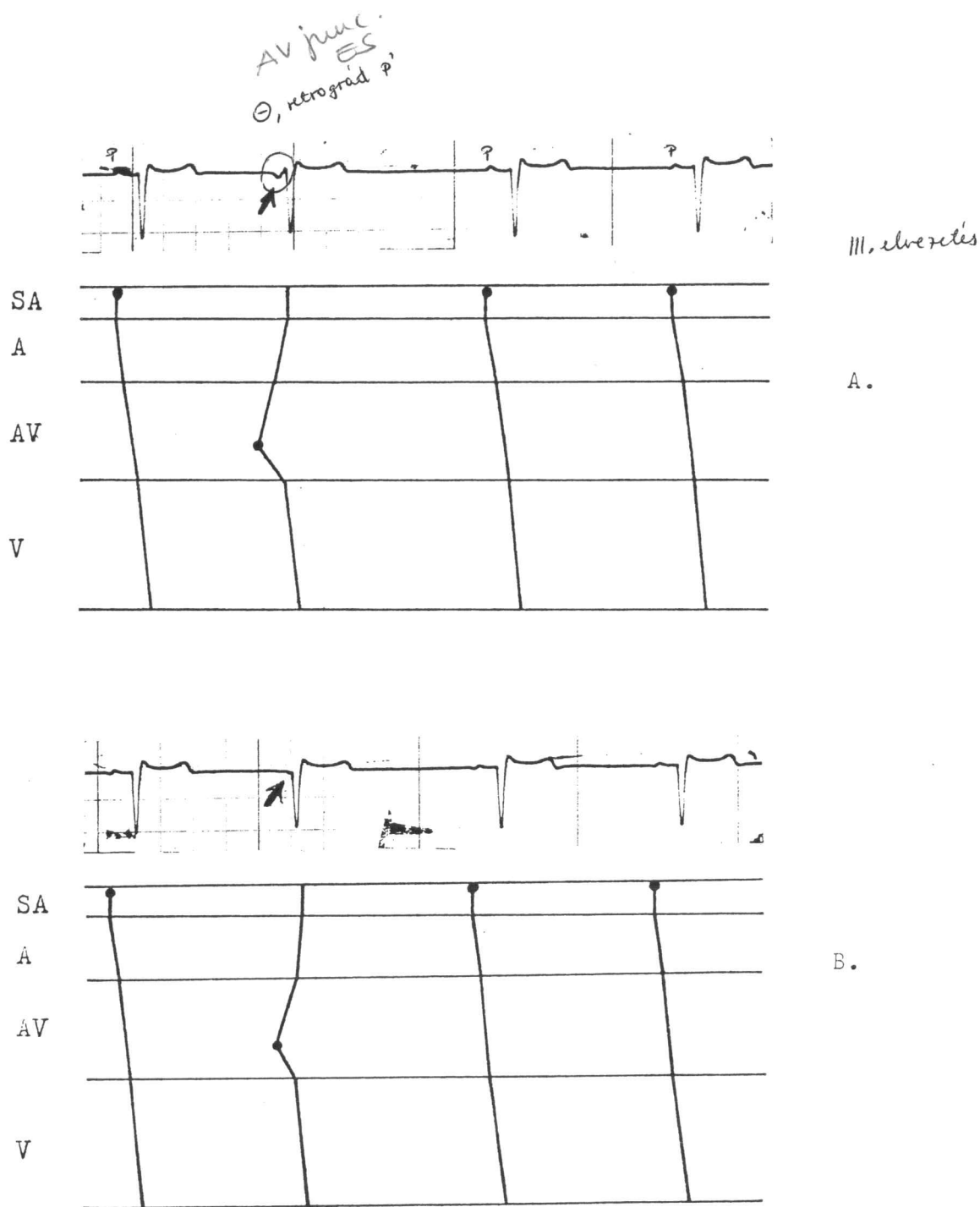
Az AV-junkcionális ritmus formái:

- AV-junkcionális extraszisztole (79, 80. ábra).
- AV-junkcionális escape ütés (76., 77. ábra).
- Paroxizmális AV-junkcionális tachikardia (81. ábra):

Jellemzői:

- 3 vagy több AV-junkcionális ES-ből álló sorozat,
- hirtelen kezdet és megszűnés,
- a P' -kre és QRS-ekre az vonatkozik, amit az AV-junkcionális ritmusok ismeretetésénél már felsoroltunk,
- a tachikardiát carotis masszáz, vagy más n. vagust izgató manőver gyakran megszünteti.

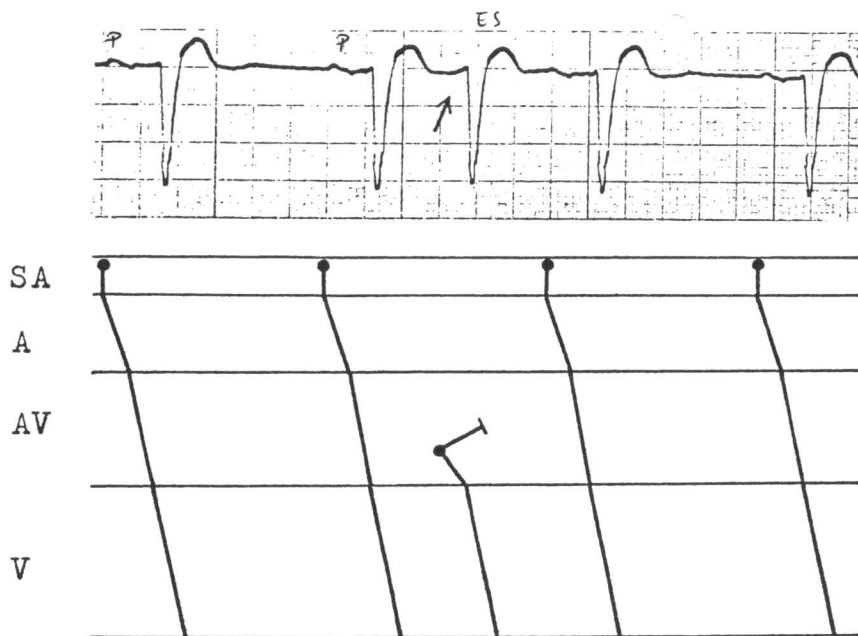
- Idionodális tachikardia, AV-junkcionális akceleráció: olyan, nem paroxizmális AV-junkcionális tachikardia, amikor az AV-junkcionális pacemaker saját automatizációja fokozódik és így átveszi a domináns pacemaker szerepét (82. ábra, lásd a 75. oldalon!)



79. ábra

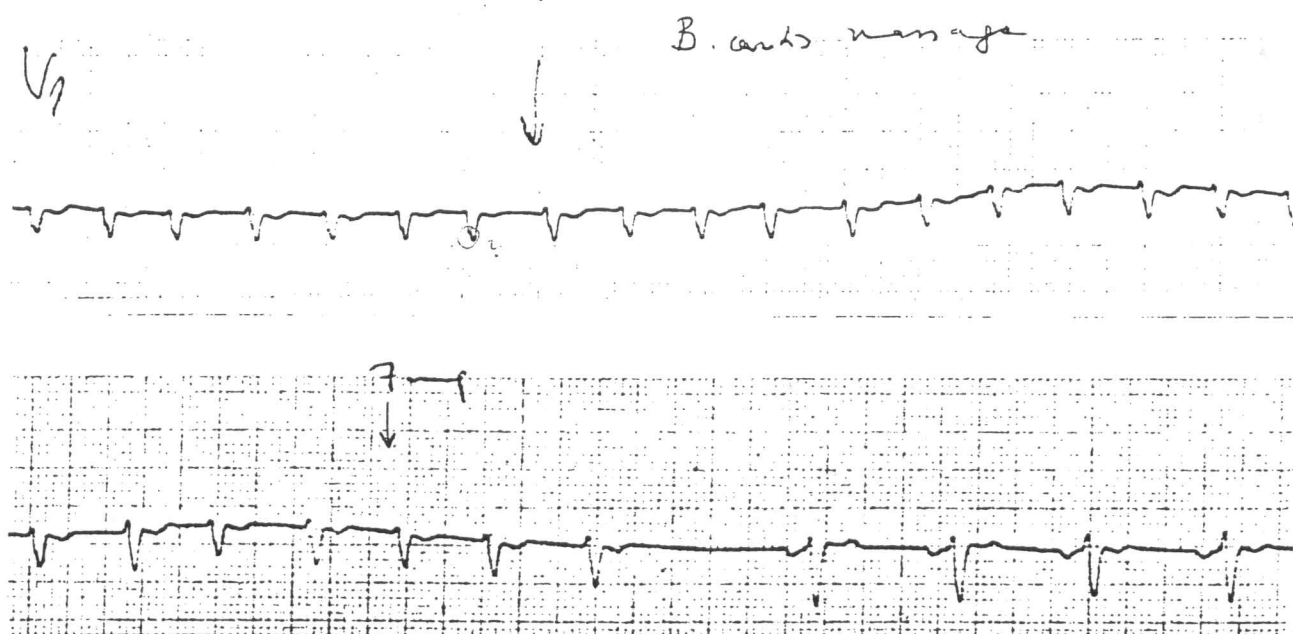
AV-junkcionális ES

- A) Az első, harmadik és negyedik QRS sinus ütés következménye, a második QRS korábban jön, alakja a normál QRS-sel megegyező, előtte közeli (0,08 sec) negatív retrográd P'-hullám van (III. elvezetés).
- B) Az előbbihez hasonló eset, csak itt a P'-hullám nem látható; valószínűleg beleesik a QRS-be (III. elvezetés).



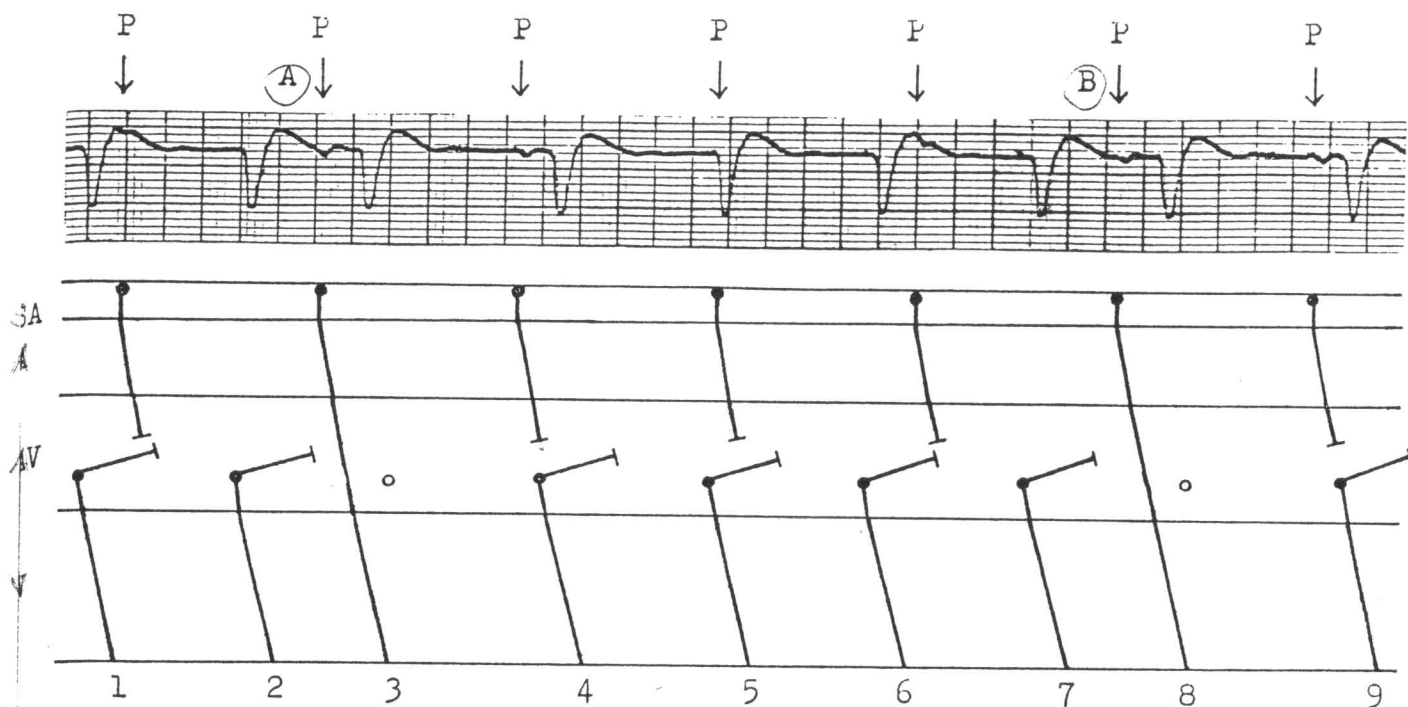
80. ábra

Sinus bradikardia, a harmadik ütés egy interpolált AV-junkcionális ES.



81. ábra

Paroxizmális AV-junkcionális tachikardia A kamrai frekvencia 143/min. A P'-hullámok biztonsággal nem identifikálhatók, valószínűleg beleesnek a QRS-be, vagy közvetlenül követik azt. Carotis masszázis hatástalan. Az alsó regisztrátumon 7 mg Verpamil iv. adása után a sinus ritmus helyreáll. A regisztrátum V₁ elvezetés.



82. ábra

Idionodális tachikardia 57/min frekvenciájú sinus ritmus (ld. P-k!) mellett 67/min frekvenciájú AV-junkcionális akceleráció. Az A-val és B-vel jelzett P olyan relációban van, hogy le tud vezetődni a kamrára. Ez a két ütés (a 3. és 8. QRS) ún. capture. E QRS-ek kapcsolási ideje rövidebb. A ritmus inkomplett AV-disszociáció

Gyakran előfordul: digitális intoxikációban, inferior miokardiális infarktusbán, akut reumás lázban, miokarditiszben, szívsebészeti beavatkozások után.

Jellemzői:

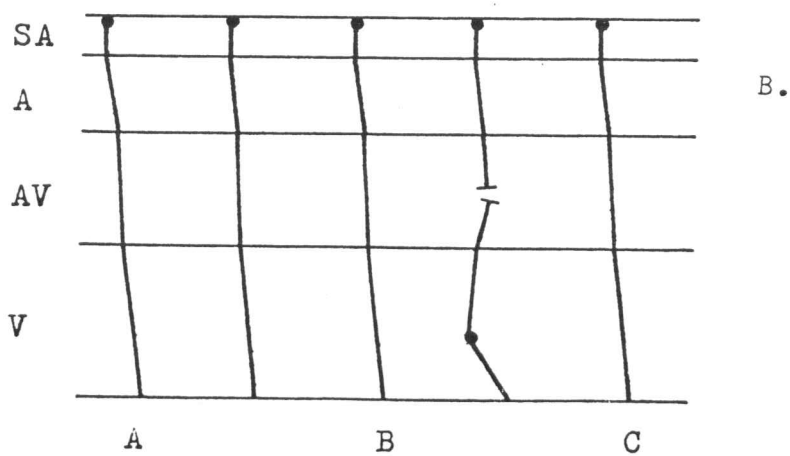
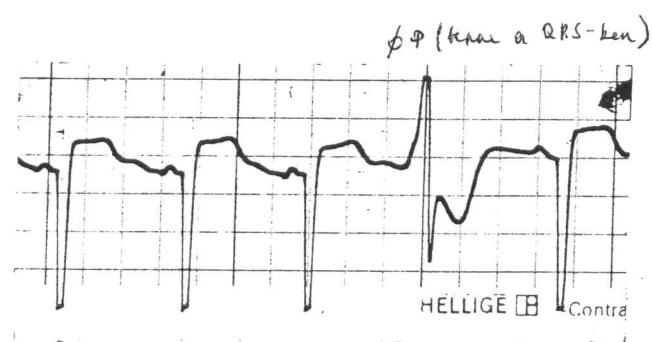
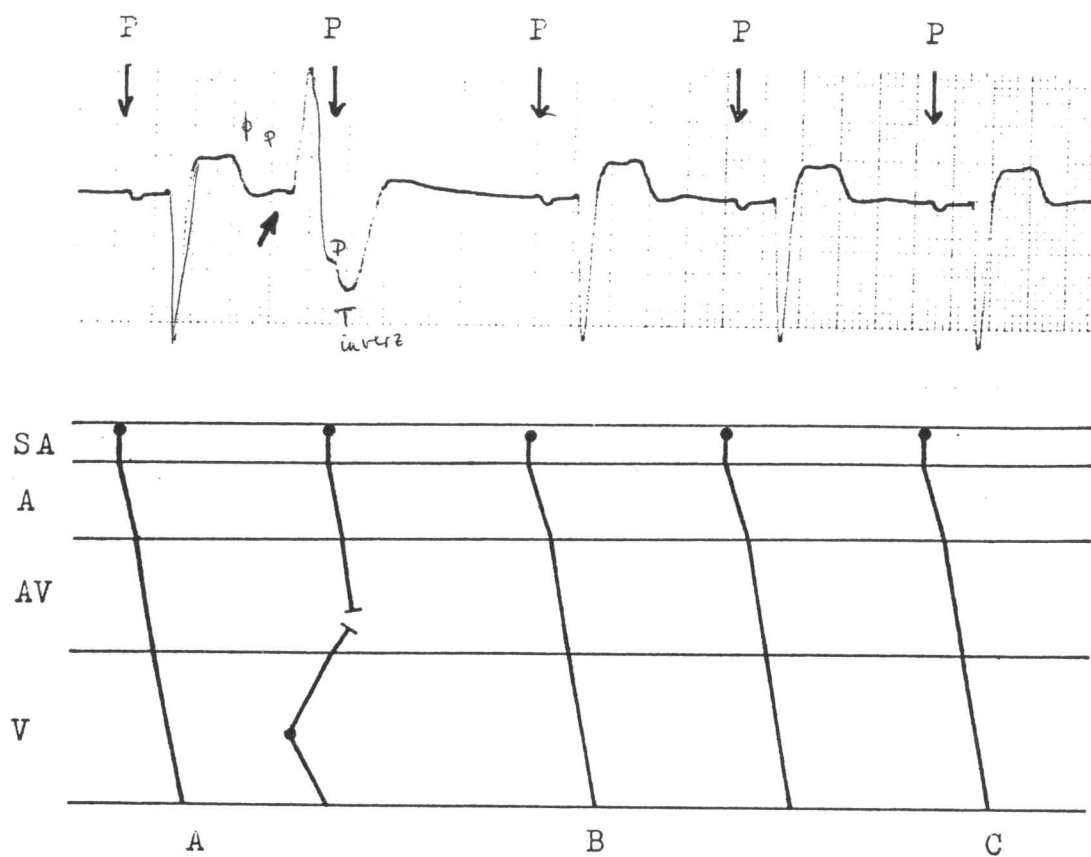
- ritmus, P', QRS stb. tekintetében az AV-junkcionális mechanizmusokban leírtaknak megfelelő,
- nem jellemző rá a paroxizmális tachikardiáknál észlelhető hirtelen kezdet és szűnés,
- gyakran az idionodális ritmus a sinus ritmus frekvenciatartományához közel esik, ilyenkor gyakori az AV-disszociáció.

24. Kamrai ritmus

Kamrai ektópiás aktivitás a kamrán belül több pacemaker helyről, a Tawara-szárazból, a Purkinje-rostokból, és magából a kamraizomzatból is kiindulhat. A felületi EKG-ből kamrai ritmuszavart (kivéve a kamrafibrillációt és a mesterséges pacemaker ütezt) diagnosztizálni sokszor nehéz, elsősorban azért, mert nem mindig dönthető el így, hogy egy komplexus aberránsan vezetett szupraventrikuláris ütés, vagy ventrikuláris ütés-e. Ilyenkor nagy segítséget nyújthat a pitvari, vagy His-köteg EKG.

A kamrai ritmuszavarok közül a következőket tárgyaljuk:

1. Kamrai extraszisztolék.



83. ábra
Kamrai ES

- A) Az első sinus ütés után bizarr, kiszélesedett, korai kapcsolási idejű QRS látható. ST-szakaszát a következő sinus P deformálja. Itt tehát az AV-vezetőrendszerben lépett fel interferencia a sinus (anterográd) és az ES (retrográd) impulzusa között. Az ES a sinus ritmust nem zavarja meg és teljesen kompenzált ($AB=BC$).
- B) Az ES kapcsolási ideje olyan, hogy a sinus P nem látható, beleesik a QRS-be. Ez az ES - is teljesen kompenzált; $AB=BC$.

2. Paroxizmális kamrai tahikardia.
3. Idioventrikuláris (nem paroxizmális) tahikardia.
4. Kamrai flutter.
5. Kamrafi brilláció.
6. Kamrai paraszisztole.
7. Kamrai escape (ld. a 22. fejezetet).

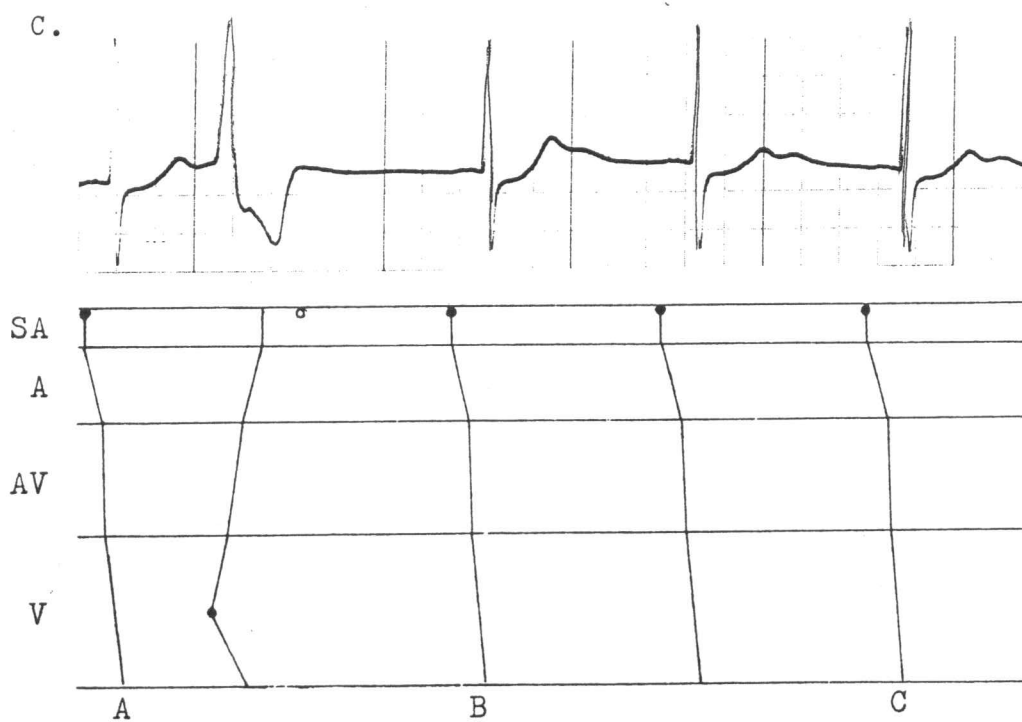
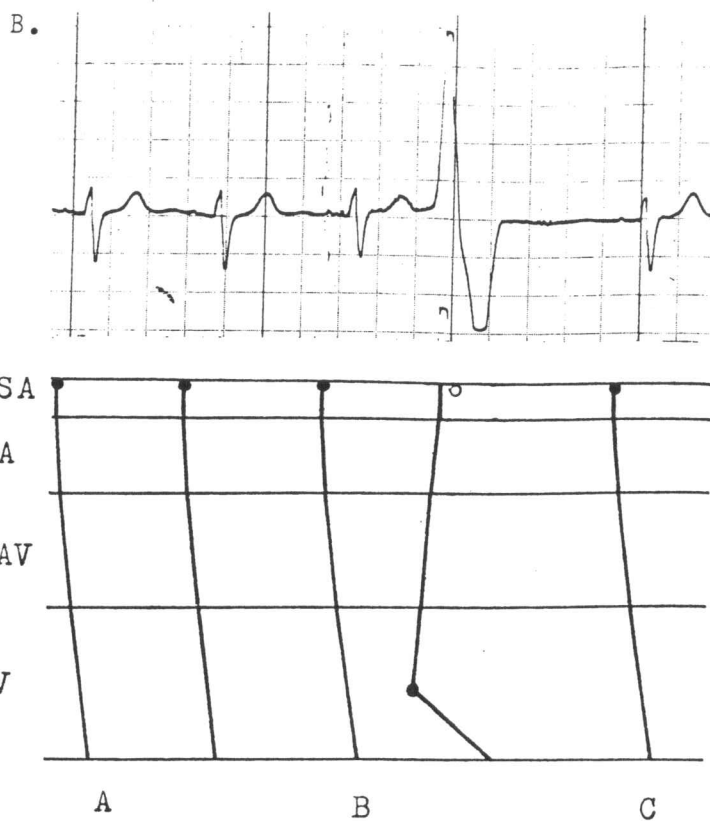
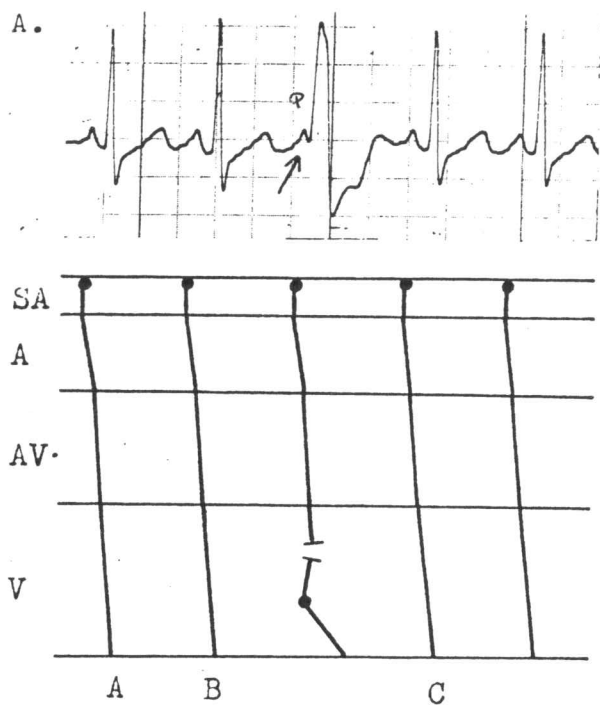
1. Kamrai extraszisztolék (83., 84., 85., 86., 87. ábrák):
a kamrai extraszisztolét egy ektópiás kamrai góc korai kisülése okozza.

Jellemzői:

- korai, bizarr formájú, kiszélesedett QRS-komplexus, amelyet nem előz meg P, vagy P' -hullám (amely a QRS-sel ok-okozati összefüggésben lenne),
- a QRS szélessége eléri, vagy meghaladja a 0,12 sec-ot, az utána következő T-hullám iránya a fő QRS-kitéréssel ellentétes,
- az azonos gócból eredő ES-ek alakja és kapcsolási ideje megegyezik, különböző, QRS ha több gócból erednek (multifokális ES-ek). Ha a kamrai ES-ek kapcsolási ideje változó, de alakjuk megegyezik, gyakran paraszisztole karakterűek (lásd később!),
- az ES-ek jelentkezhetnek interpoláltan is, előidézhetnek pitvari és kamrai fúziós ütések, valamint echo-ütések (lásd később!),
- esetenként a kamrai ES-ek alakja és eredete között összefüggés lehet; a jobb kamrai ES-ek bal Tawara-szár blokkos jelleggel, a bal kamrai ES-ek jobb Tawara-szár blokkos jelleggel vezethetnek. Az ES-ek alakjából azonban biztonsággal eredetükre következtetni nem lehet,
- a kamrai ES-ek általában teljesen kompenzáltak,
- az ES-ek retrográd uton (kapcsolási idejüktől függően) elérhetik az AV-junkciót, a pitvart, vagy éppen a sinus-csomót, és kisülhetik azokat. Ilyenkor a kamrai ES-t követő ST-T-n, P' -hullámra utaló deformációt észlelhetünk. Az ilyen P' -hullám tulajdonságai megfelelnek a már tárgyalt retrográd P'-nek.

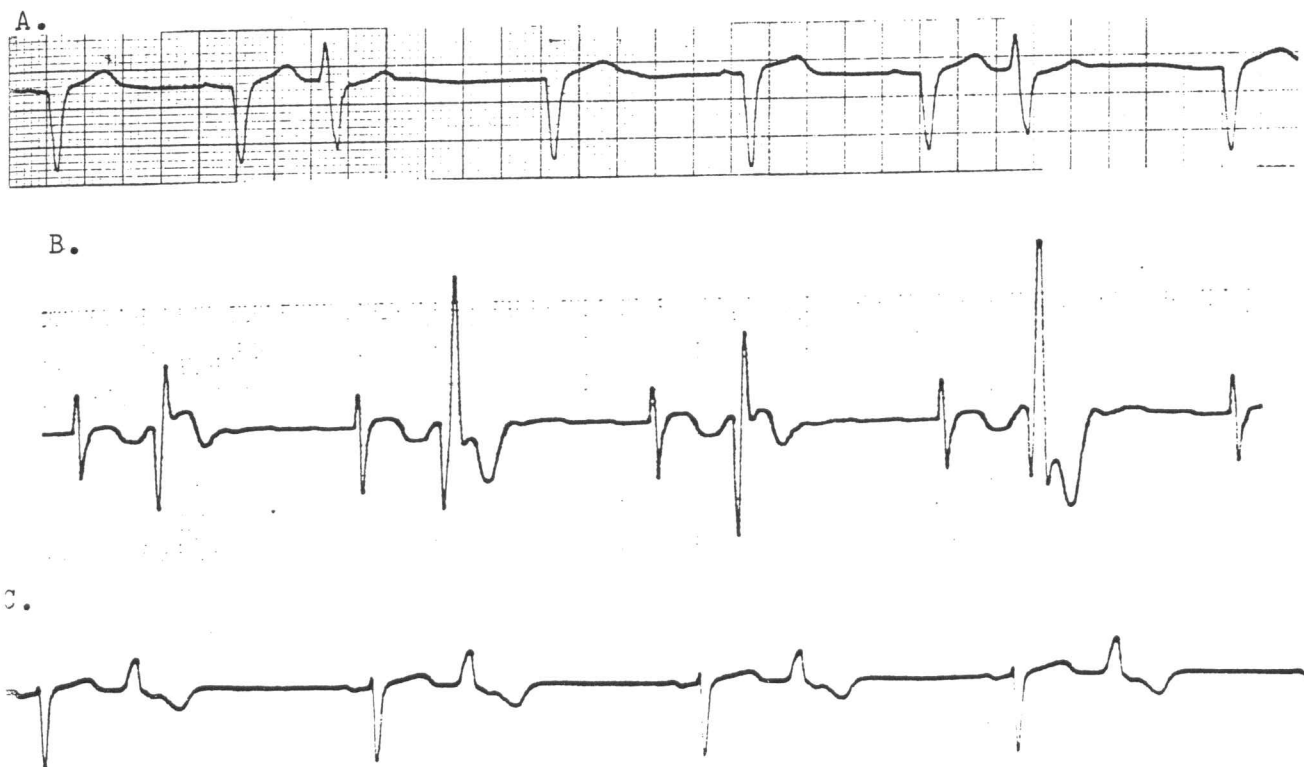
A kamrai ES-ek jelentősége: 1-1 kamrai ES egészségesekben is előfordulhat. A kamrai ES-ek gyakran miokardium károsodás jelei. A multifokális, vagy párokban jelentkező kamrai ES-ek általában súlyos miokardium károsodást jeleznek. Egygócú, bigemin kamrai ES-ek sokszor jelentkeznak digitalis intoxikációban. A korai kapcsolási idejű ES-ek veszélyesek lehetnek ("R-on T" jelenség), mert kamrai tahikardiát, vagy kamrafi brillációt idézhetnek elő. Gyakran láthatók kamrai ES-ek miokardiális

korai ES
↓
kamrai
tachycardia
+ R-brill.



84. ábra
Kamrai ES

- A) Az ES kapcsolási ideje hossza a sinus frekvenciához viszonyítva, így relative későn keletkezik. A sinus P közvetlenül az ES előtt látható. Ez az ES is teljesen kompenzált; $BC=2AB$.
- B) Ez a kamrai ES tulkompenzált, mivel a retrográd impulzus annak kisülése előtt elérte a sinus csomót és deprimálta azt. AB kisebb, mint BC. Tulkompenzált ES-ek legtöbbször sinus-csomó betegségben, fokozott n. vagus tónus, egyes gyógyszerek tuladagolása esetén figyelhetők meg.
- C) Ez a kamrai ES a pitvarba visszavezetődve retrográd P'-hullámot idézett elő. Mivel a visszavezetődött impulzus penetrált a sinus-csomóba annak kisülése előtt, ez az ES alulkompenzált, emiatt AB kisebb, mint BC.

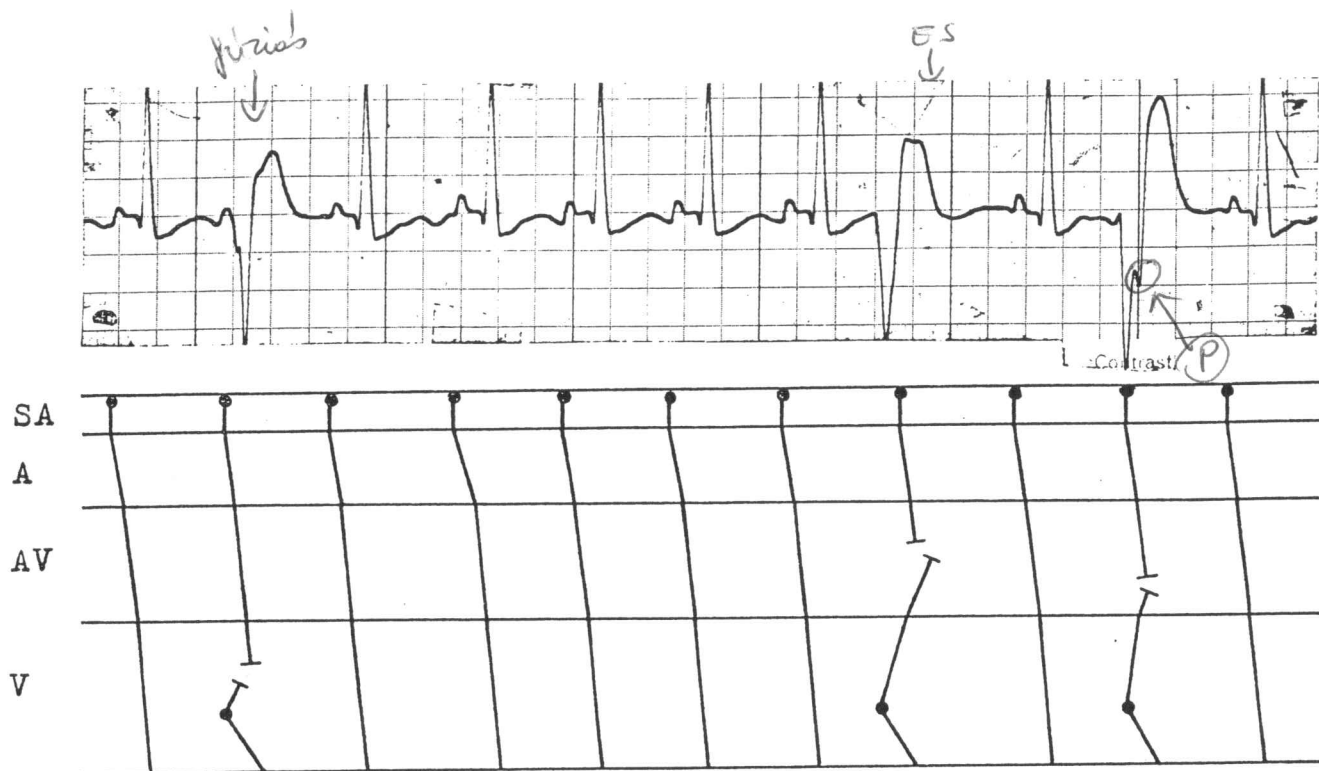


85. ábra
Kamrai ES-ek

- A) egygócu kamrai ES-ek: a kapcsolási idő és az ES-ek alakja változatlan,
- B) Multifokális kamrai ES-ek: a kapcsolási idő és az ES-ek alakja különbözik.
- C) Kamrai bigeminia: minden sinus ütést egy kamrai ES követ. Gyakori digitalis intoxikációban.

infarktusban. Elektrolit zavar (pl. hipokalémia), vagy gyógyszerek (pl. Atropin, Isuprel, Tonogen, Dopmin, Digoxin, stb.) is hajlamosíthatnak ES-ekre.

- 2) Paroxizmális kamrai tahikardia: a kamrák szapora, rohamokban jelentkező ektópiai aktivitása. Tulajdonképpen kamrai ES-ek sorozata: definíció szerint 3, vagy több egymást követő kamrai ES már kamrai tahikardiának számít (88., 89. ábrák).



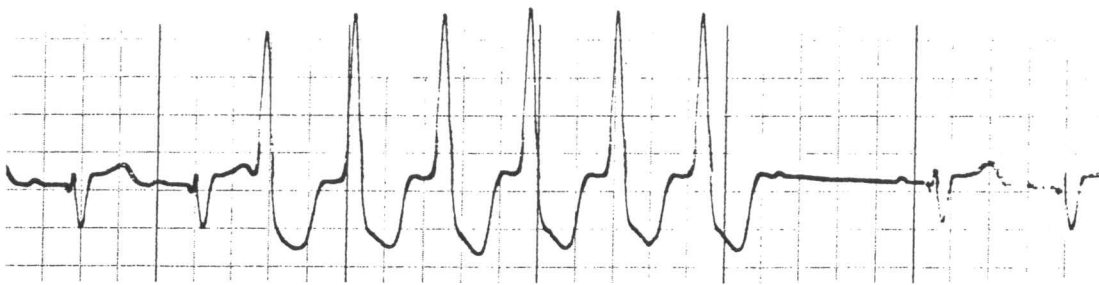
86. ábra
Kamrai ES-ek

Az EKG-n kb. 100/min frekvenciájú sinus tachikardia látható. Az első sinus ütést követő kamrai ES viszonylag késői kapcsolási idejű, ezért az időközben létrejött sinus impulzussal fúziós ütést képez. Az ES-t egy sinus P még megelőzi. A QRS alakja különbözik a következő öt sinus ütés utáni kamrai ES-étől. Ennek kapcsolási ideje rövidebb, fúzió nem tud létrejönni, szélesebb is, mint az első ES. A harmadik kamrai ES-nél az ES felszálló szárát az időben "érkező" sinus P deformálja, kis pozitív csipkét okozva. A fúziós ütés lényege, hogy a kamrát két különböző pacemaker egyidőben depolarizálja. Az így képződő QRS komplexus konfigurációja közti helyet foglal el a csak sinus, vagy a csak kamrai ES okozta QRS között

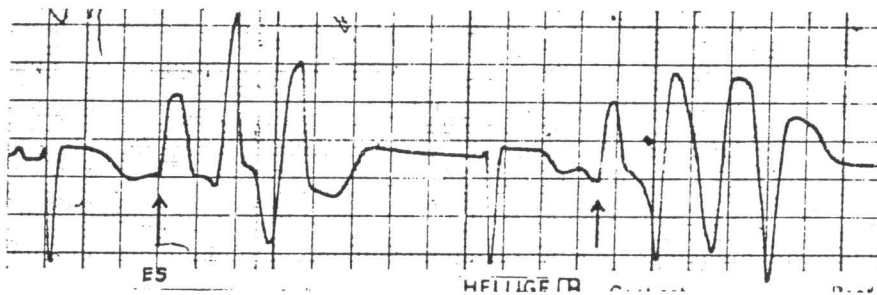
EKG jellemzői:

- olyan gyors, szabályos (néha kissé szabálytalan) ritmus, amelynek frekvenciája többnyire 140-200/min között van,
- hirtelen kezdődik és szűnik,
- gyakran "R on T" jelenséggel indul,
- a QRST-komplexusok szélesek, bizarr alakúak, megfelelnek a kamrai ES-eknél leírtaknak,
- P-hullámok általában nem láthatók, vagy ha igen, a QRS-komplexussal nincsenek összefüggésben (AV-disszociáció),
- carotis masszáz, vagy a n. vagus tónusát fokozó egyéb manőver hatástalan.

A.



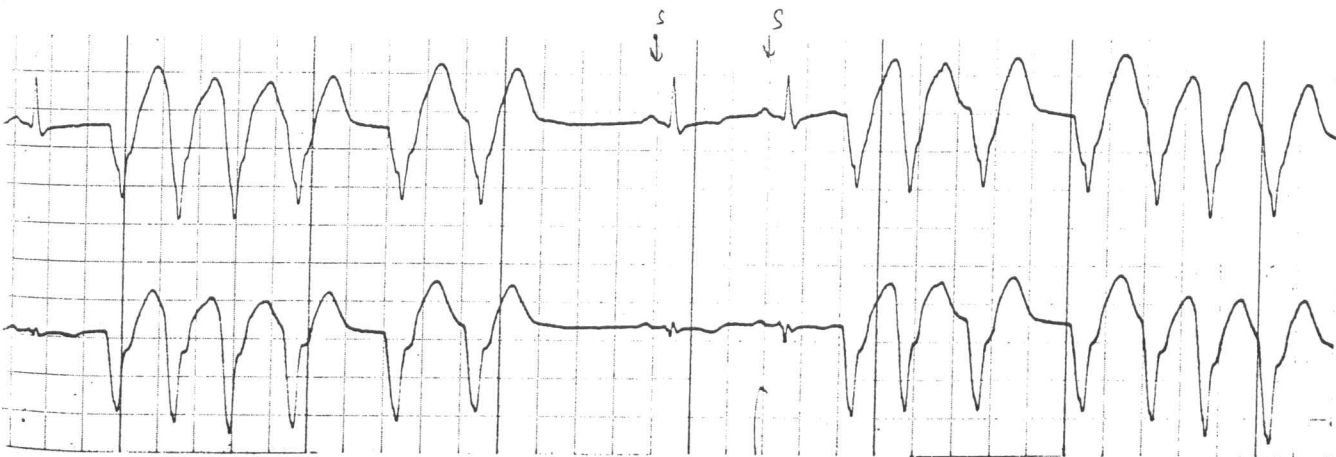
B.



87. ábra

"R on T" jelenség

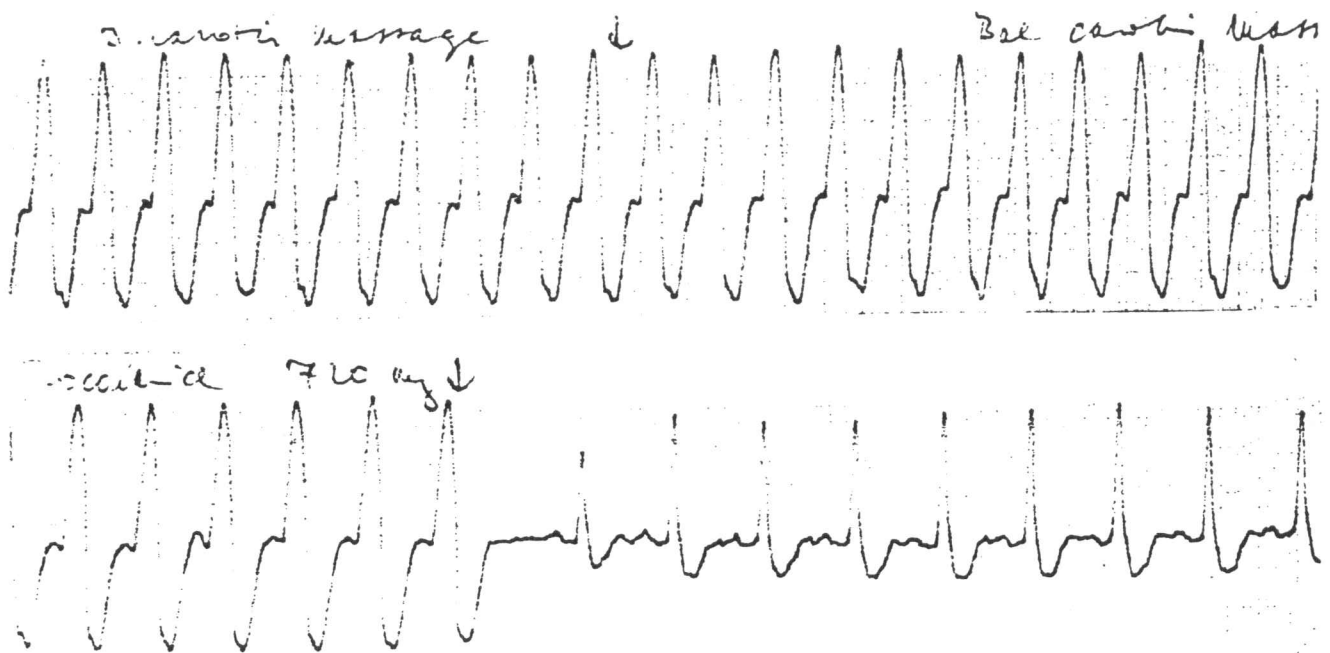
- A) A T-hullám csúcsa körüli kb. 40 msec intervallum az ún. vulnerábilis zóna. Ez olyan terület, amelyet ha elektromos impulzus ér, az könnyebben okoz kamrai ritmuszavarokat (kamrai tahikardiát, kamrafibrillációt). Példánkban egy korai kamrai ES a vulnerábilis zónába esve rövid kamrai tahikardiát indít be.
- B) Az előzőhöz hasonló jelenség. Itt azonban a kamrai ES az U-hullám leszálló szárára esik. Megnyúlt QT-távolság és fokozott kamrai ingerlékenység esetén ez a terület is vulnerábilis zónának számít.



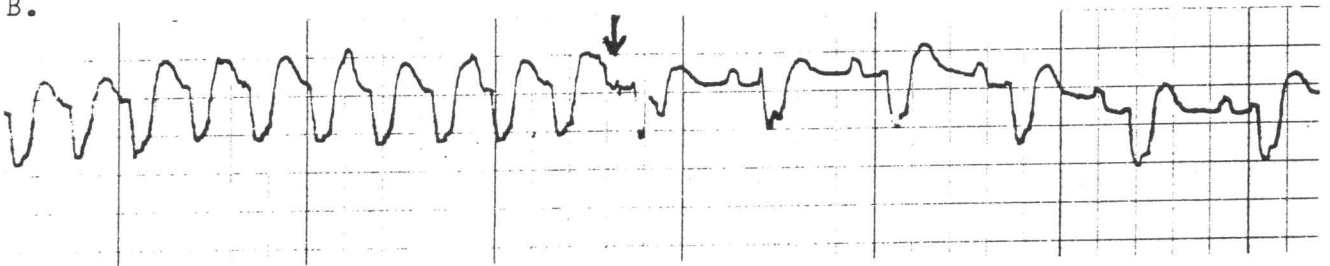
88. ábra

Paroxizmális repetitív kamrai tahikardia. A kamrai tahikardiás szakaszokat sinus ütések választják el egymástól. Megfigyelhető még, hogy a kamraműködés nem teljesen szabályos. Ez a kamrai tahikardia ritkábban előforduló formája.

A.



B.



89. ábra

Paroxizmális kamrai tahikardia

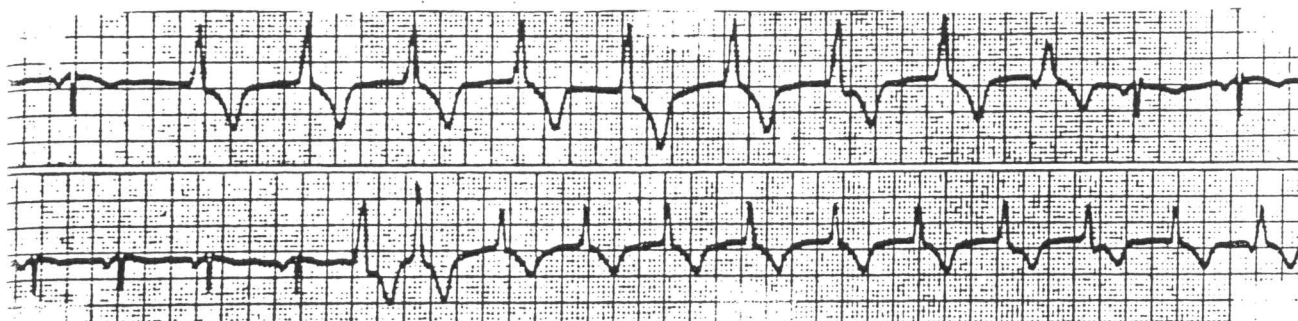
- A) A kamrai frekvencia kb. 180/min, a QRS-ek szélesek, P-hullám nem látható. Carotis masszázis hatástalan. Procainamid iv. adása után a sinus ritmus helyreáll.
- B) Kamrai tahikardia, melyet a mellkasra mért ökölcsapással sikerült megszüntetni; a sinus ritmus helyreállt. Ez az ún. mechanikus kardioverzió sokszor életmentő lehet, az esetek 20-40 %-ában eredményes.

A paroxizmális kamrai tahikardia jelentősége általában isémiás szívbetegségben, miokardiális infarktusban fordul elő. Gyakran látjuk digitalis intoxikációban is. Ritkán egyébként egészséges embereknel mitrális prolapszus szindrómában is előfordul. Mivel a szívet és az egész szervezetet nagyon igénybe veszi, törekedni kell mielőbbi megszüntetésére.

3. Idioventrikuláris tahikardia: hasonló módon, mint ahogy az már említésre került az idionodális tahikardiánál, egy alsóbb, jelen esetben kamrai pacemaker veszi át a szív működés irányítását. A kamrai ritmus (idioventrikuláris ritmus) normálisan

(25-40/min) lehet. (Idionodális tachikardiában) ez a ritmus akcelerált (felgyorsult), eléri, ill. meghaladja a sinus pacemaker frekvenciáját (a frekvencia többnyire 70-80/min (90. ábra)).

1. ábr! ~ SA



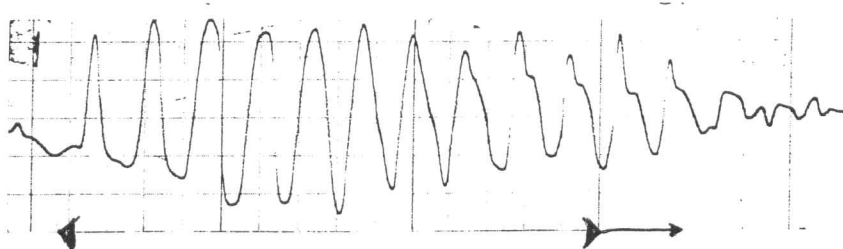
90. ábra
Idioventrikuláris tachikardia

EKG jellemzői:

- kamrai eredetű QRS-ek szabályos, 60-100/min frekvenciával,
- gyakori az inkomplett AV-disszociáció és capture-ütések (ezek magyarázatát ld. máshol),
- magasabb frekvenciájú pacemakerrel megszüntethető.

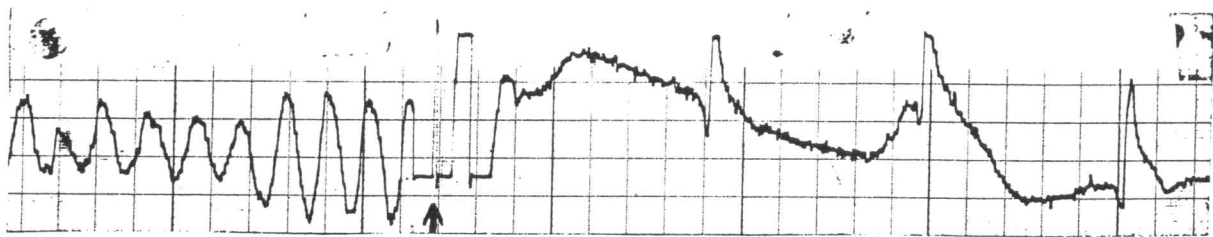
Jelentősége: másodlagos, más betegségek kísérő tünete lehet. Gyakori miokardiális infarktuszban, digitalis intoxikációban. Előfordul karditiszben, lázas állapotokban, de néha kimutatható betegség nélkül is.

4. Kamrai flutter: olyan kamrai ektópiás aktivitás, ahol igen szapora, viszonylag szabályos frekvenciájú, bizarr kamrai komplexusok keletkeznek. Izoelektromos vonal a QRS-ek között nincs. A frekvencia 150-350/min között van (91. ábra).
Jelentősége: ld. kamrafibrilláció.



91. ábra
Kamrai flutter, amely kamrafibrillációba megy át

5. Kamrafibrilláció abban különbözik a kamrai fluttertól, hogy itt a QRS-ek ill. az EKG-n látható kitérések teljesen rendszertelenül, szabálytalanul követik egymást, az egyes kitérések amplitúdója változó (92. ábra, következő oldalon!)

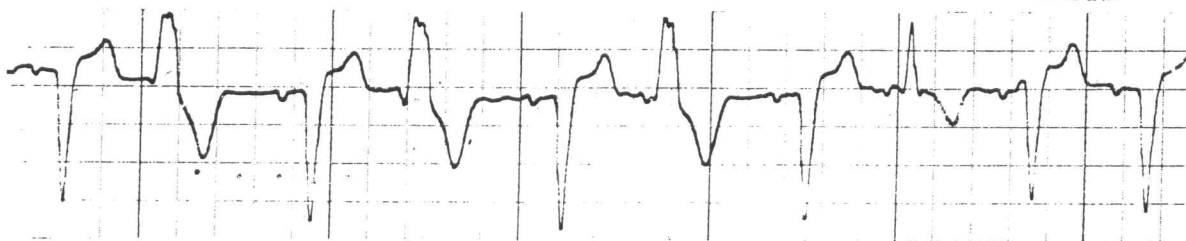


92. ábra

Kamrafiibrilláció, majd DC-sokk után idioventrikuláris escape ritmus

6. Kamrai paraszisztole: normális körülmények között a szív ritmusát a domináns, azaz a leggyorsabb pacemaker határozza meg. Ennek az az oka, hogy a többi, potenciálisan meglévő lassabb pacemakert a domináns pacemaker állandóan kisüti, mielőtt azok impulzust képezhetnének. Néha azonban előfordul, hogy egy ektópiás pacemaker valami módon "védetség" élvez a domináns pacemaker impulzusaival szemben (belépési blokk miatt az impulzusok nem tudnak megfelelően penetrálni az ektópiás gócba) és zavartalanul, saját ritmusában impulzusokat képez. Így a szív ritmusát két (egy domináns, és egy egyébként alárendelt) pacemaker fogja meghatározni. Ezt a jelenséget hívjuk paraszisztolénak. Kamrai paraszisztole esetén az ektópiás góc a kamrában van (93. ábra).

domináns
+ alárendelt
paraszisztole



93. ábra

Kamrai paraszisztole

Az EKG-n sinus ritmus, négy kamrai "ES" figyelhető meg. Az interektópiás távolság konstans (1,34 sec). A kapcsolási idő fokozatosan növekszik, a 8. QRS fúziós ütés következménye (V₁ elvezetés)

A ritmuszavar jellemzői:

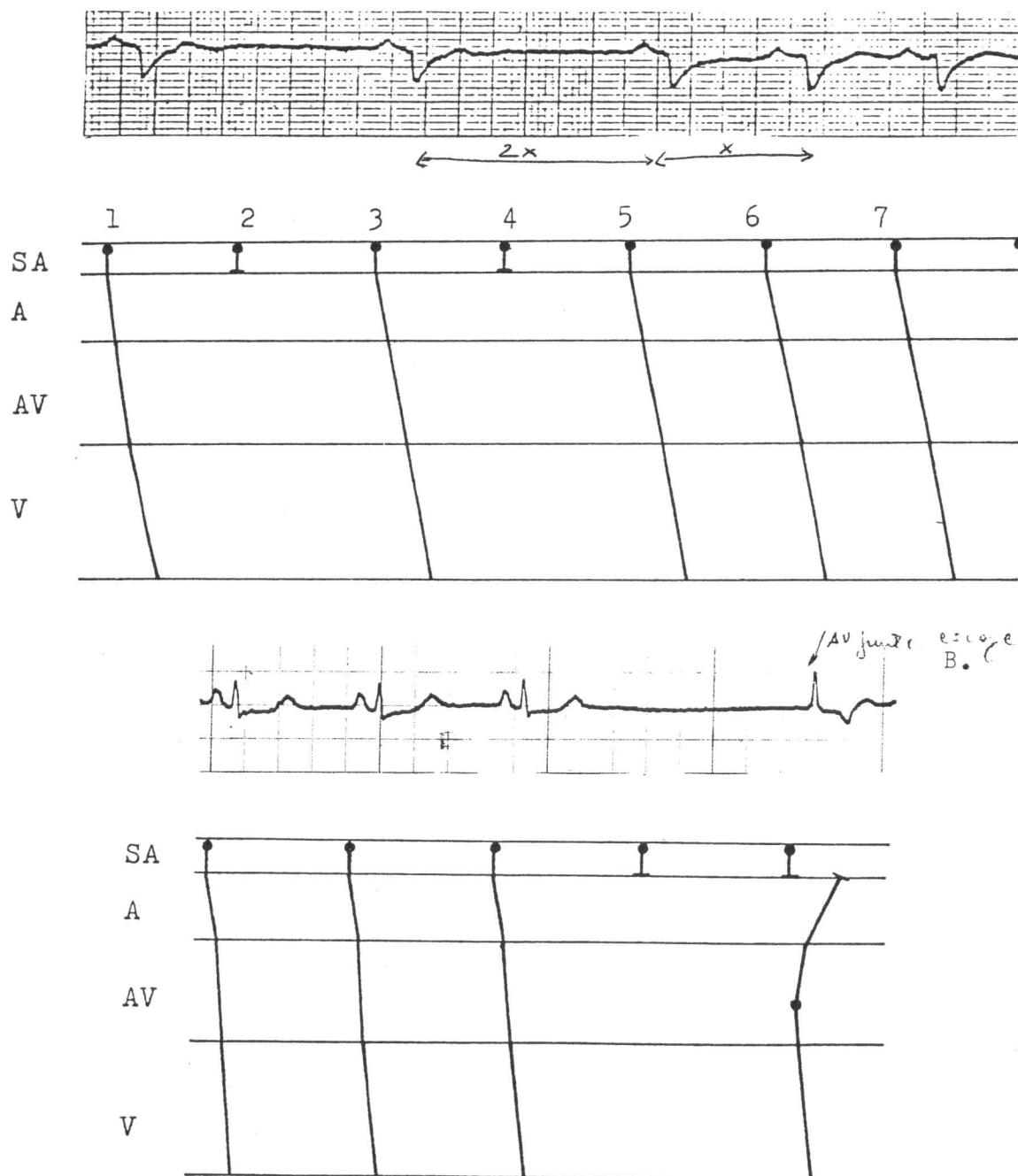
- az ektópiás ütések közötti távolságok egyszerű esetben (az ún. interektópiás intervallumok) egy konstans számmal, vagy annak egész számu többszörösével jellemezhetők (az ektópiás pacemaker a maga ritmusában szabályosan működik, de időnként refrakter fázisban találja a kamrákat; ilyenkor QRS-t nem tud előidézni),
- az ektópiás ütések kapcsolási ideje változó. Ennek egyszerű oka az, hogy az ektópiás pacemaker autonóm voltánál fogva a domináns pacemakertől függetlenül működik; a két pacemaker által előidézett QRS-ek közötti távolság változó,
- fúziós ütések keletkezhetnek, amikor a két pacemaker felől közel egy időben kerül ingerületbe a kamraizomzat. Ennek eredményeként olyan QRS keletkezik, amely a domináns ill. ektópiás pacemaker okozta QRS kombinációja.

fúziós
beat

Jelentősége: leggyakrabban isémias szívbetegségben, időnként digitalis intoxikációban fordul elő. Sokszor nincs a háttérben kimutatható szervi elváltozás, ilyenkor valószínűleg ártalmatlan jelenség.

AZ INGERÜLETVEZETÉS ZAVARAI

25. Sino-atriális (SA) blokk



94. ábra
Sino-atriális blokk

- A) Kb. 80/min frekvenciájú sinus ritmus, a 2. és 4. sinus ütés nem vezetődik a pitvarra. Így átmeneti sino-atriális blokk jön létre (2:1-es). Az 5., 6. és 7. sinus ütés 1:1 arányban a pitvarra vezetődik.
- B) Az első három sinus ütés után SA-blokk, majd AV-junkcionális escape ütés.

A sinus-csomót (SA-csomó) a környező pitvarizomzattal összekötő területet (sino-atriális junkciónak) nevezzük. Ha a sinus-csomóban keletkező ingerület az SA-junkción blokkolódik, akkor sino-atriális (SA) blokkról beszélünk (94. ábra, előző oldalon!)

EKG-jellemzői:

- egy teljes P és az azt követő QRS kimarad, ami az EKG-n látható sinus ritmusban mint szünet jelentkezik,
- a blokkot (szünetet) megelőző és az azt követő sinus ütés közötti távolság a sinus ciklushossz kétszerese,
- az SA-blokkot követő ütés általában sinus ütés, de lehet AV-junkcionális, vagy kamrai escape ütés is,
- néha az SA-blokk hosszú szakaszon 2:1 arányú, ilyenkor nagyfokú sinus bradikardia észlelhető. Az ilyen jellegű blokk akkor derül ki, ha pl. Atropin hatására a sinus frekvencia hirtelen megduplázódik.

Fontos megjegyezni: SA-blokk esetén – mivel a sinus-csomó aktivitásának direkt EKG-jele nincs – sem P-hullám, sem QRS nem regisztrálható a blokk pillanatában. Blokkolt pitvari ES-sel az SA-blokkot nem szabad összetéveszteni!

Az SA-blokk jelentősége: normálisan fiatal sportolóknál sinus bradycardia mellett előfordulhat a nagy vagus tónus miatt. Okozhatja sinus-csomó betegség, digitalis intoxikáció, anyagcsere ill. elektrolit zavar: urémia, hipokalémia.

26. Atrioventrikuláris (AV) blokk

Konvenció szerint blokk-nak nevezzük az ingerületvezetés zavarát a szívben. Az AV-blokk az ingerületvezetés olyan zavara, amikor a pitvarokból a kamrák felé terjedő ingerület a pitvar-kamrai ingerületvezető rendszerben késik, vagy egyáltalán nem terjed tovább.

Az AV-blokkok két nagy csoportra oszthatók:

- A) Inkomplett AV-blokk.
 B) Komplett AV-blokk.

Az inkomplett AV-blokknak további három csoportja van:

- ① Elsőfokú AV-blokk.
- ② Másodfokú AV-blokk, ennek további két típusa:
 - a) Mobitz I. típus
 - b) Mobitz II. típus.
- ③ Magasfokú AV-blokk.

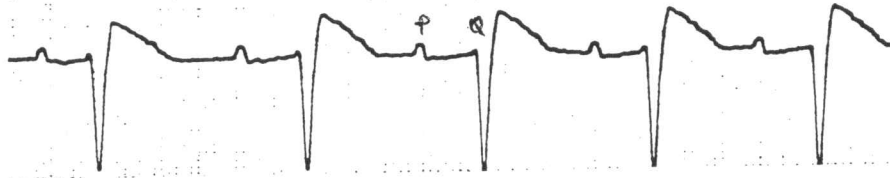
A komplett AV-blokkot harmadfoku AV-blokknak is nevezik.

A) Inkomplett AV-blokk

1. Elsőfoku AV-blokk

A leggyakoribb AV-vezetési zavar.

Lényege: az AV-vezetőrendszerben az ingerületvezetés lelassul, de minden ingerület átvezetődik a kamrára (95. ábra).



95. ábra

Elsőfoku AV-blokk: a PQ-távolság 0,32 sec.

EKG-jelei:

- a PQ-távolság megnő, meghaladja a 0,20 sec-et,
- minden P-hullámot követ QRS,
- a PQ-távolság legtöbbször 0,21-0,35 sec között van, de néha ennél nagyobb érték is mérhető.

2. Másodfoku AV-blokk

Lényege: az AV-vezetés olyan zavara, amikor egy, vagy több P-hullámot nem követ QRS, mivel a pitvari ingerület ilyenkor az AV-vezetőrendszerben blokkolódik. A pitvari átlagfrekvencia ezért a kamrait meghaladja. Előfordulhat elsőfoku AV-blokkhoz társulva, vagy anélkül.

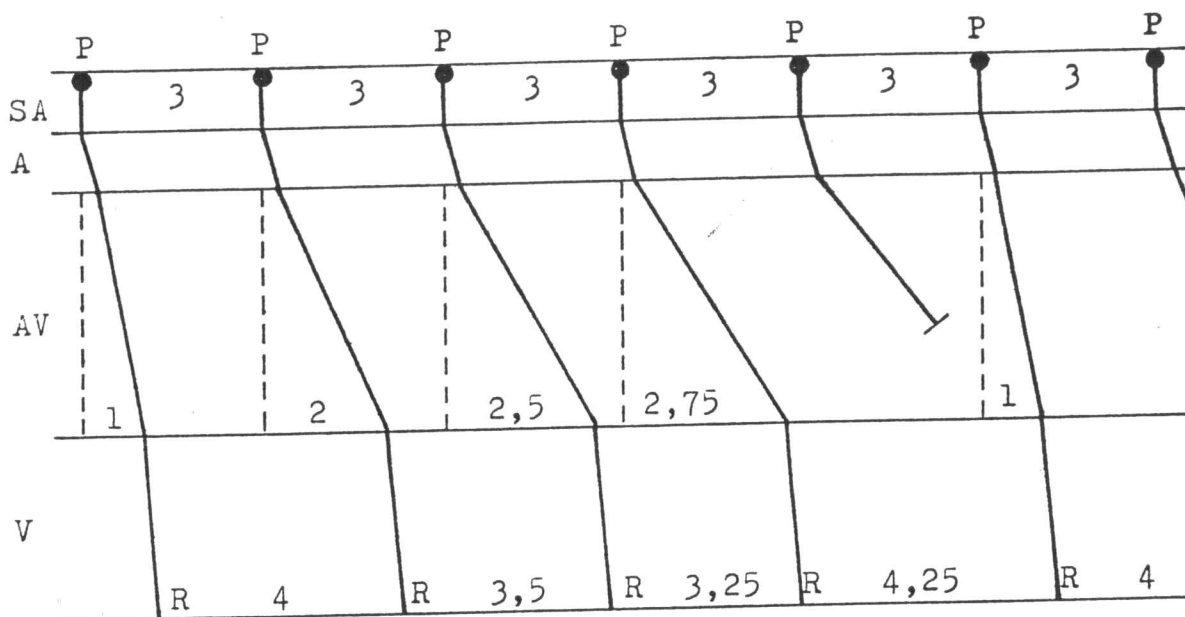
a) Mobitz L típusú (szinonima: Wenckebach-típusú) AV-blokk

Ez a másodfoku AV-blokk olyan fajtája, amikor az ingerületvezetés az AV-vezetőrendszeren belül fokozatosan romlik, majd egy pitvarból érkező ingerület nem vezetődik át a kamrára; blokkolódik az AV-csomóban. Ezután szünet következik, ami alatt az AV-vezetőrendszer "kipihen magát", és a ciklus kezdődhet előlről.

EKG-jelei tipusos esetben (96. ábra, következő oldalon!)

- a PQ-távolságok fokozatosan nőnek, míg az egyik P-t nem követi QRS (nem vezetődik a kamrára),
- az RR-távolságok fokozatosan csökkennek, majd szünet következik,
- a szünet utáni első kamrai ciklus hossza a szünet előttit meghaladja,
- a szünet rövidebb, mint két, bármely egymást követő kamrai ciklus összege.

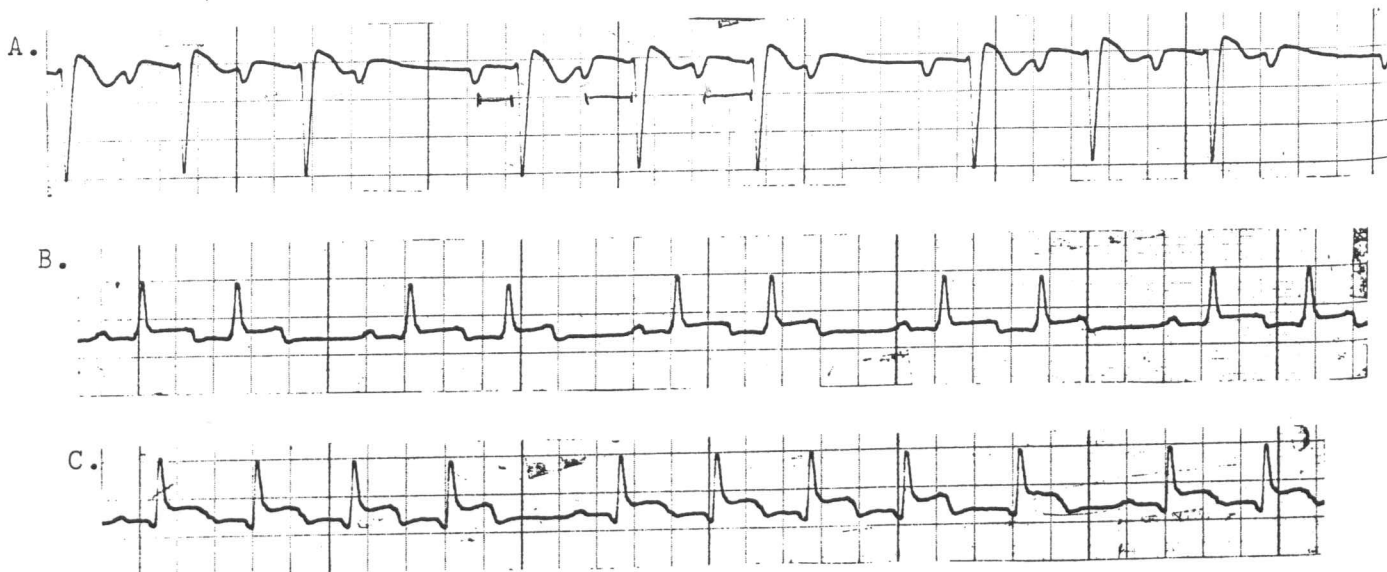
A fentiek csak tipusos Wenckebach esetén igazak, ami csupán az ilyen típusú AV-blokkok 1/3-ára érvényes. A Wenckebach-típusú AV-blokkok kb. 2/3-a nem tipusos, de ezekben is megfigyelhető a blokkolt P előtti PQ-távolság nyulása, mint kötelező kritérium. (97. ábra, következő oldalon!)



96. ábra

A Wenckebach-típusú AV-blokk sematikus ábrázolása

Az ábra a tipikus esetre érvényes. Szabályos sinus ritmus, a PP-távolság 3 egység. Az első impulzus normálisan vezetődik át, az AV-vezetési idő 1 egység. Utána a PQ-távolság progresszíven nő; 2, 2,5, 2,75 egység, majd a következő ingerületet az AV-csomó már nem képes átvezetni, egy QRS kimarad. Utána újabb ciklus indul be, az AV-vezetés normalizálódik, ismét egy egység a késés. A késést megelőző RR-távolságok fokozatosan csökkennek. Ennek oka az, hogy az első késés relative a legnagyobb ($2-1=1$ egység), az ezt követő relatív késések már kisebbek (0,5, 0,25 egység), tehát az első RR-ciklus-hoz, és egymáshoz viszonyítva is az RR-ek csökkennek. A szünet nagyobb, mint bármely másik RR-ciklus, de kisebb, mint két egymást követő RR. Mivel az 5. sinus ütés blokkolódik (és 4 vezetődik át), az AV-blokk aránya 5:4.



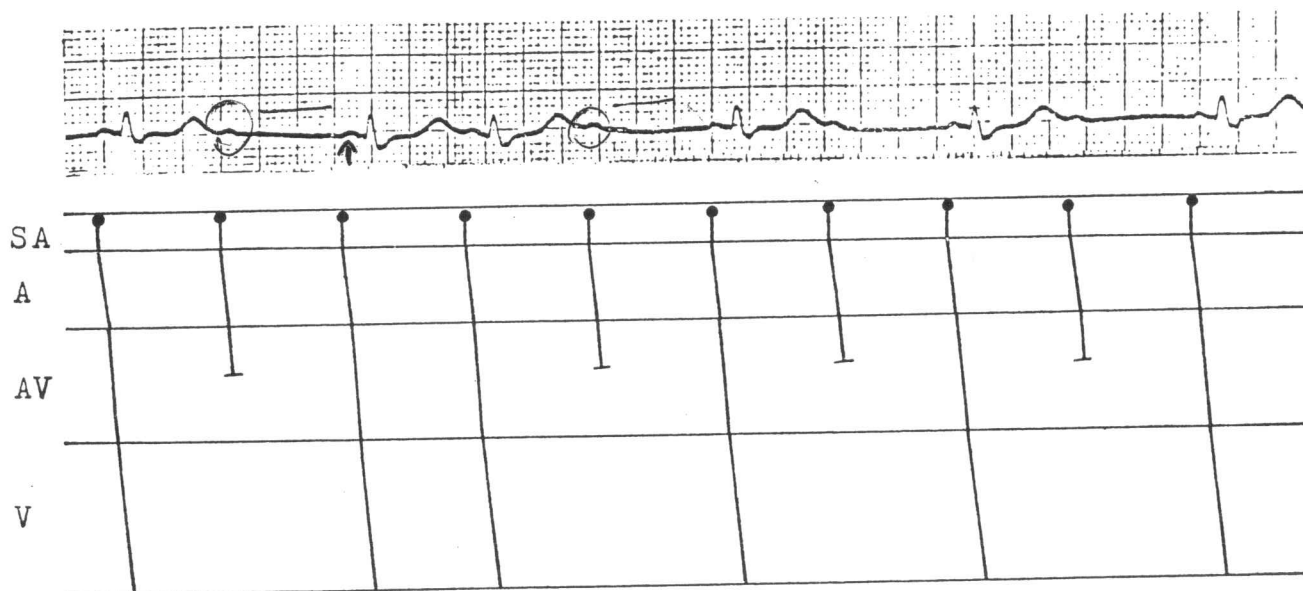
97. ábra

Wenckebach-típusú AV-blokk

- A) 100/min frekvenciájú sinus ritmus, 4:3 Wenckebach típusu AV-blokk; minden 4. P-t nem követ QRS, a PQ-távolságok fokozatosan nyúlnak, míg egy P nem vezetődik a kamrára (blokkolódik).
- B) Kb. 130/min frekvenciájú sinus tachikardia, ST-eleváció, akut inferior infarktus (II. elvezetés). 3:2 Wenckebach-típusu AV-blokk.
- C) Az előzőhöz hasonló frekvenciájú sinus tachikardia, patológiás Q-hullám, ST-eleváció (III. elvezetés); akut inferior infarktus. Először 5:4, majd 6:5 Wenckebach ciklus.

b) Mobitz II. - típusu AV-blokk

Lényege: kevésbé gyakori, mint az I. (Wenckebach)-típus. Szemben az előzővel, itt a PQ-távolság a vezetett ütéseknel konstans, a blokk előzetes PQ-megnyúlás nélkül következik be. Egymás után azonban ismételten nem jelentkezik blokk, más szavakkal: a blokkolt P-t követő P mindig levezetődik (98. ábra).



98. ábra

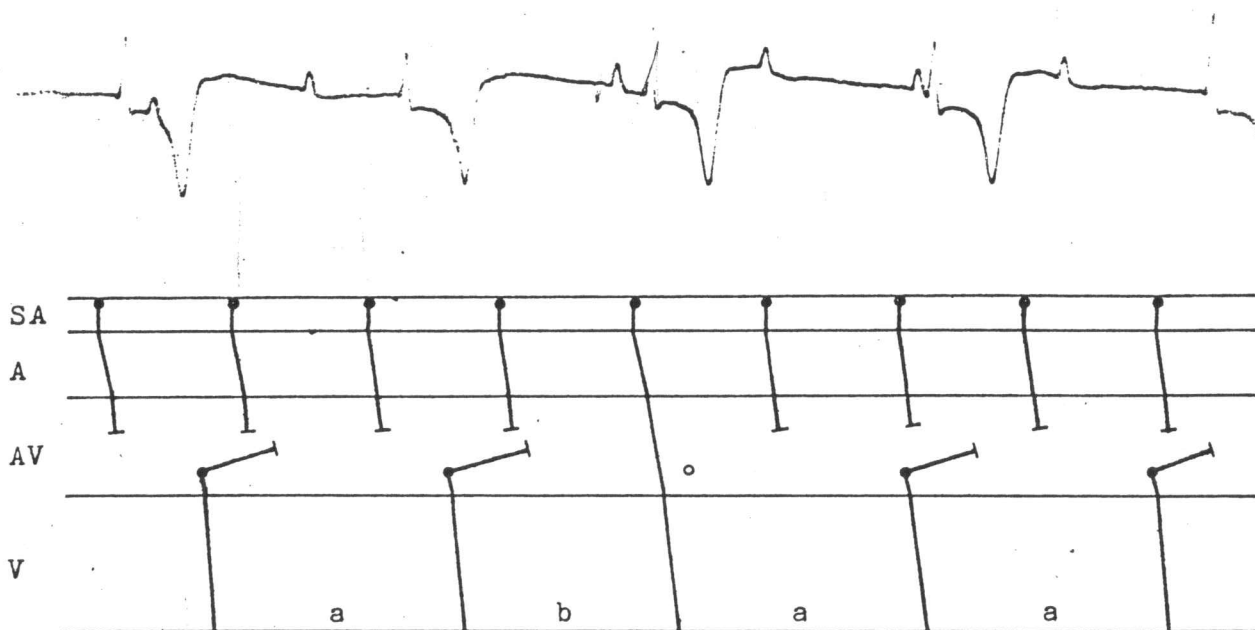
Mobitz II-típusu AV-blokk. Sinus ritmus, dominálónan 2:1-es Mobitz II-típusu AV-blokk. A két egymás után kamrára vezetődő ütés PQ-távolsága konstans; a blokkolt P-t nem előzi meg PQ-nyúlás. Emellett jobb Tawara-szár blokk is megfigyelhető (I. elvezetés).

EKG-jelei:

- a vezetett ütések PQ-távolsága konstans: lehet normális, vagy megnyúlt,
- van olyan P, amelyet nem követ QRS,
- a blokkolt P-t követő P mindig levezetődik,
- gyakran jelentkezik 2:1 AV-blokk formájában: ilyenkor minden második P blokkolt; nem követi QRS,
- Mobitz II - típusu AV-blokk gyakran Tawara-szár blokkal társul.

3. Magasfoku AV-blokk

Mechanizmusa hasonló a Mobitz II-típusu AV-blokkhoz, csupán előrehaladottabb forma: a blokk foka nagyobb, mint 2:1, tehát egymás után két, vagy több P-t nem követ vezetett ütés (99. ábra).



99. ábra (kicsinyítve!)

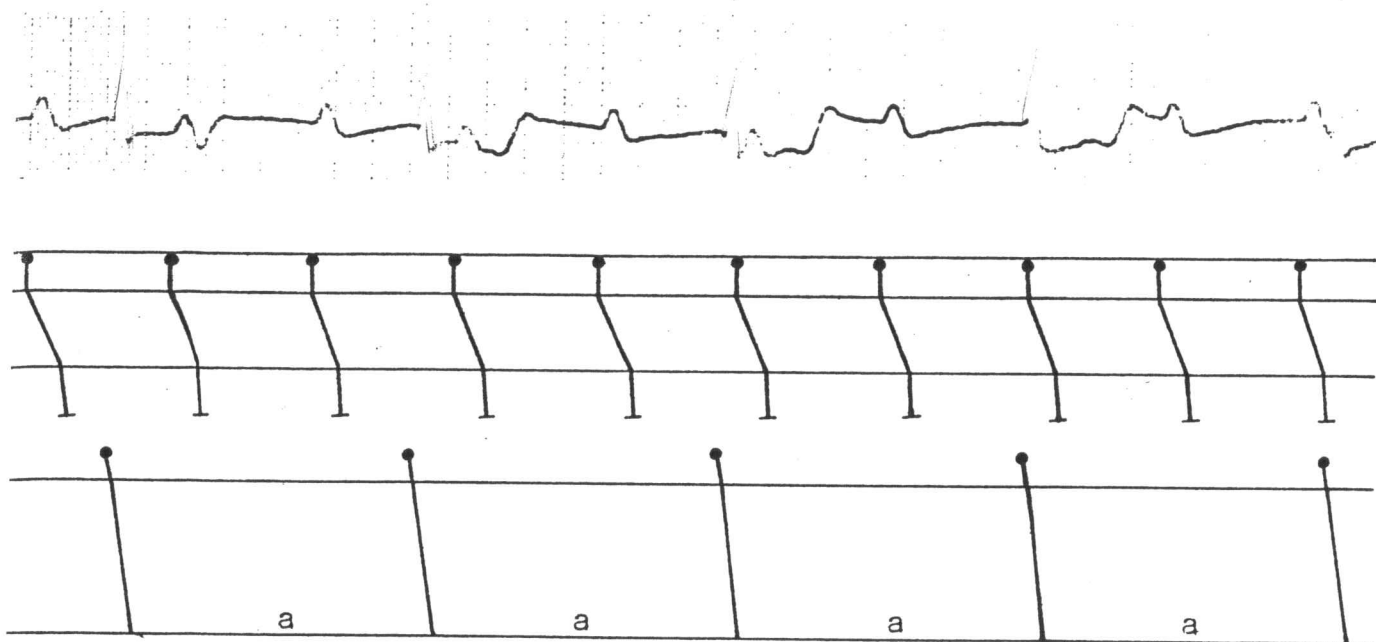
Magasfoku AV-blokk. 75/min frekvenciájú szabályos sinus ritmus. Az első 4 P-hullámot nem követi vezetett QRS; a P-k és QRS-ek függetlenek egymástól; 40/min frekvenciájú AV-junkcionális escape ritmus figyelhető meg. Az 5. P-hullám le tud vezetni a kamrára, mielőtt az AV-junkció kisülne (mielőtt a 3. escape ütés képződhetne). Ezért a 3. QRS vezetett ütés, ún. capture. Mivel ez az ütés korábban jön, a b-szakasz kisebb, mint az a-szakasz

EKG-jelei:

- a vezetett ütések PQ-távolsága konstans: lehet normális, vagy megnyult,
- egymás után két, vagy több P nem vezetődik a kamrára,
- a kamrai frekvencia kisebb, mint a pitvari,
- működő AV-junkcionális (vagy kamrai) escape mechanizmus esetén inkomplett, vagy komplett AV-disszociáció jön létre,
- a blokk aránya sokszor változó.

B) Komplett AV-blokk

A komplett, vagy harmadfoku AV-blokk esetén az AV-vezetés huzamos ideig, vagy teljesen megszűnik: a pitvarok és kamrák disszociáltak (egymástól függetlenül) működnek. Az élet csak úgy lehetséges, hogy a kamrákat a blokk szintje alatti ektópiás pacemaker (AV-junkcionális, vagy kamrai) működteti (100. ábra, következő oldalon!)



100. ábra

Teljes (komplett, III-foku) AV-blokk, 81/min frekvenciájú szabályos sinus ritmus. 37/min frekvenciájú AV-junkcionális escape ritmus. Komplet AV-disszociáció: a P-k és QRS-ek között nincs ok-okozati összefüggés. A 8. P-hullám beleesik a QRS-be. Az RR-intervallumok megegyeznek (a)

EKG-jelei:

- külön pacemaker aktiválja a pitvarokat és a kamrákat: komplett AV-disszociáció figyelhető meg,
- a pitvari frekvencia a kamrait meghaladja,
- a P hullámok és QRS-ek között ok-okozati összefüggés nincs,
- a kamrai ritmust rendszerint 25-60/min frekvenciájú AV-junkcionális, vagy kamrai escape ritmus határozza meg,
- a kamrai ritmus szabályos. Ha nem az, a szabálytalanság oka általában kamrai ES,
- a QRS-ek alakja AV-junkcionális escape ritmus esetén általában normális, kamrai escape ritmus esetén aberrált.

Az AV-blokkok jelentősége

Elsőfoku AV-blokk: leggyakrabban szívbetegegekben - isémiás szívbetegegség, miokardiális infarktus, miokarditisz, akut reumás láz, néhány veleszületett szívbetegegség - észlelhető. Ugyancsak gyakran fordul elő digitalis, Propranolol, Chinidint, vagy Procainamidot kapó betegeknél. Néha egészséges (főleg idősebb) egyéneknél is előfordul.

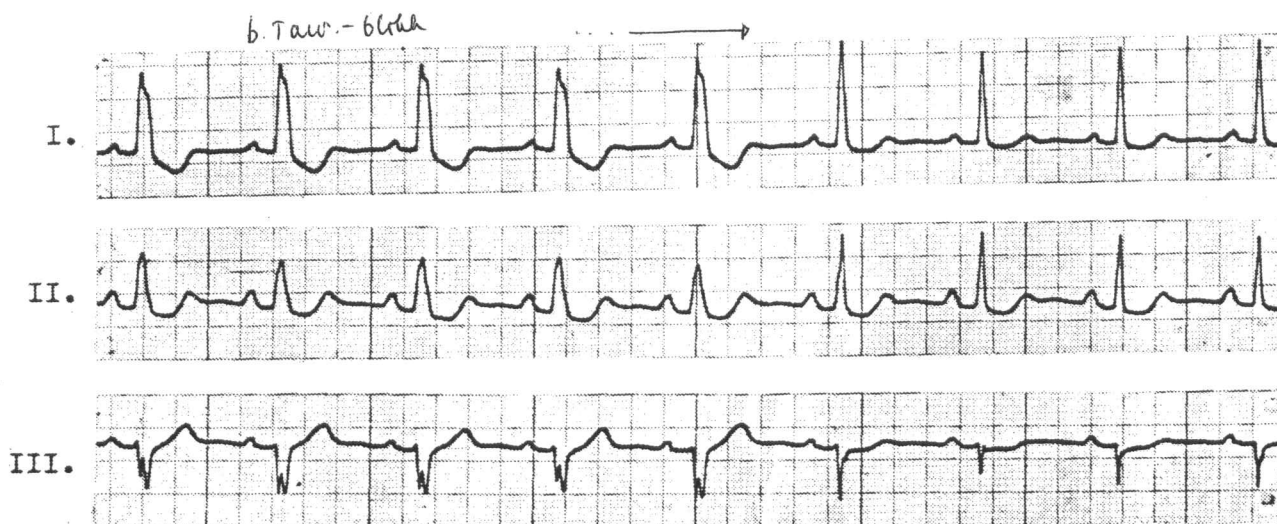
Mobitz I., vagy Wenckebach-típusú AV-blokk: gyakran csak rövid ideig észlelhető átmeneti jelenség. Sokszor fordul elő digitalis, vagy más antiaritmias szer okozta intoxikációban. Néha csak akkor észlelhető, ha a beteg alszik (ilyenkor nő a n. vagus tónusa, ami az AV-vezetést ronthatja). Az akut inferior miokardiális infarktushoz gyakran társul Wenckebach-típusú AV-blokk, mivel ilyenkor az AV-csomót ellátó koszorúér ág is többnyire érintett; isémia keletkezik az AV-csomóban. Az inferior infarktusban létrejövő elsőfokú AV-blokk általában jóindulatú, spontán szűnő jelenség. Wenckebach-típusú AV-blokk előfordul még akut reumás lázban, miokarditiszben, fertőző betegségek akut szakában is.

Mobitz II-típusú AV-blokk: általában isémiás szívbetegségben, karditiszben, kongesztív kardiomiopátiában fordul elő. Fontos tudni: míg a Wenckebach-típusú AV-blokkban a blokk helye általában az AV-csomó, addig Mobitz II-típusú AV-blokkban a His-köteg, vagy Tawara-szár szintjén van. Emiatt az előbbi jobb indulatúnak tekinthető, mert jó frekvenciájú escape-ritmus a His-kötegből kiindulhat. A második esetben, ha a blokk a His-kötegen (vagy Tawara-szár szinten) van, lehet, hogy a blokk szintje alatti régióból már nem indul ki escape-ritmus, vagy ha igen, csupán alacsony frekvenciával.

Magasfokú AV-blokk: okai hasonlóak, mint a felsoroltaké. Gyakran az escape-ritmus frekvenciája hemodinamikailag kevés. Emiatt a blokk létrejöttkor hipoxiás tünetek, zavartság, kardiális dekompenzáció, anginás fájdalom, vérnyomásesés, vagy akár eszméletvesztés is felléphet. Ez utóbbi esetben Adams-Stokes szindrómáról beszélünk. Ezeknél a betegeknél ilyenkor pacemaker kezelés válik szükségessé.

Teljes (harmadfokú) AV-blokk: az okai és jelentősége az előzőével megegyezik.

27. Aberráns kamrai vezetés



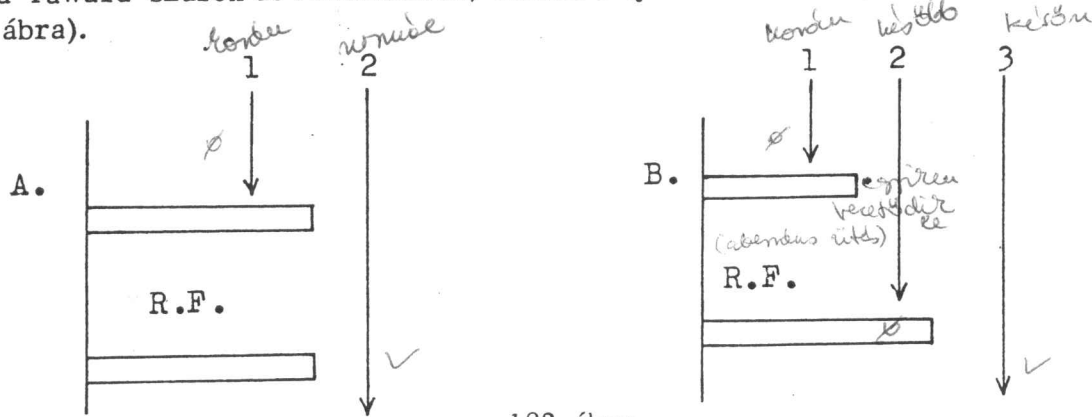
101. ábra

Fázikus aberráns kamrai vezetés. A betegnél terhelésre a sinus frekvencia fokozódásával bal Tawara-szár blokk alakult ki. Pihenéskor a sinus frekvencia csökken, az aberráció megszűnik. Az első 5 QRS bal Tawara-szár blokkos, a 6. QRS még kissé aberrált, átmeneti ütés, ezt követően normális, keskeny QRS-ek láthatók. A fenti jelenség a frekvencia (tahikardia) dependens bal Tawara-szár blokk.

Ha egy bizarr, kiszélesedett QRS-komplexust észlelünk, akkor az még nem biztos, hogy kamrai ES-t látunk. Lehetséges, hogy egy olyan szupraventrikuláris impulzusról van szó, amelyik aberránsan (nem a szokásos úton) vezetődik a kamrában (vagy kamrára), és emiatt bizarr alaku lesz. Az aberráns vezetés lehet permanens (ilyenek a Tawara-szár blokkok, vagy egyéb tartósan fennálló intraventrikuláris vezetési zavarok), vagy fázikus, amikor csak egy-egy ütés erejéig, vagy átmenetileg jelentkezik. Gyakran látunk fázikus aberráns vezetést szupraventrikuláris ES-eknél, vagy szupraventrikuláris tahikardiák alkalmával (101. ábra, előző oldalon!)

A fázikus aberráns vezetés létrejöttének mechanizmusa

Fázikus aberráns vezetés akkor jöhet létre, ha a jobb és bal Tawara-szár refrakter periódusa különböző (refrakter fázisban a Tawara-szárak nem jönnek ingerületbe). Ilyenkor a megfelelő időben jövő korai impulzus, csak az egyik, rövidebb refrakteritású Tawara-száron át vezetődik le, emiatt a QRS szárblokkos, deformált lesz (102. ábra).



102. ábra

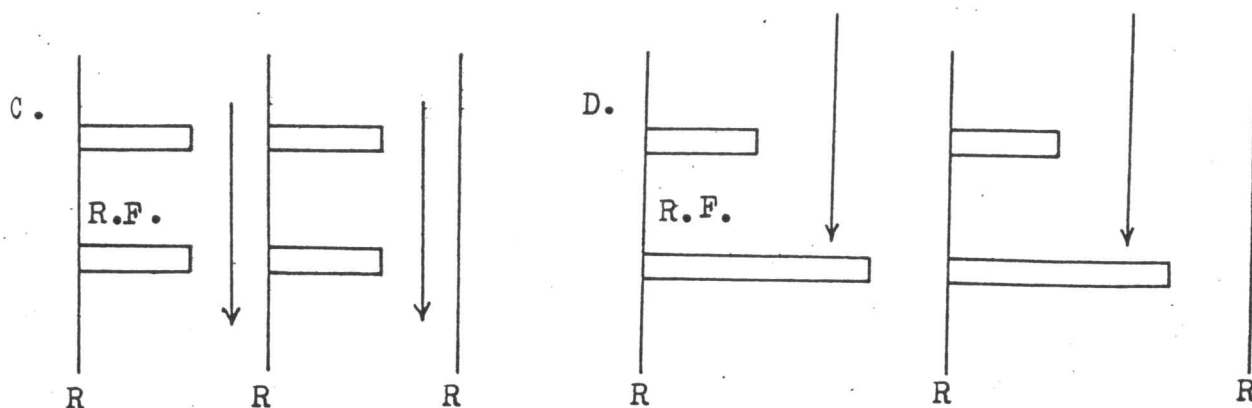
A fázikus aberráns vezetés keletkezése

- Ha a Tawara-szárak refrakteritása nem különbözik, a korán jövő ingerület (1) nem vezetődik a kamrára, a később jövő (2) normálisan, mindkét Tawara-száron levezetődik.
- Ha a Tawara-szárak refrakteritása különbözik, a nagyon korán jövő impulzus (1) még mindkettőt refrakter fázisban találja, nem vezetődik a kamrára, a később jövő (2) csak az egyikre vezetődik le (ez az aberránsan vezetett), a túl későn jövő (3) már mindkettőn levezetődik.

Az aberráció létrejötte függ az aberránsan vezetett ütés előtti RR-ciklustól: minél hosszabb, az annál kedvezőbb az aberrációnak. Minél nagyobb ugyanis a ciklushossz, annál hosszabb a Tawara-szárak refrakter periódusa. Minél hosszabb a refrakter periódus, annál nagyobb különbség lehet a szárak refrakteritásában (103. ábra, következő oldalon!)

Összefoglalva a fázikus aberráns kamrai vezetés lényeges tényezőit:

- a Tawara-szárak különböző refrakteritása,
- korai impulzus képződés (szupraventrikuláris ES vagy tahikardia,
- az aberráció előtti RR-intervallum.



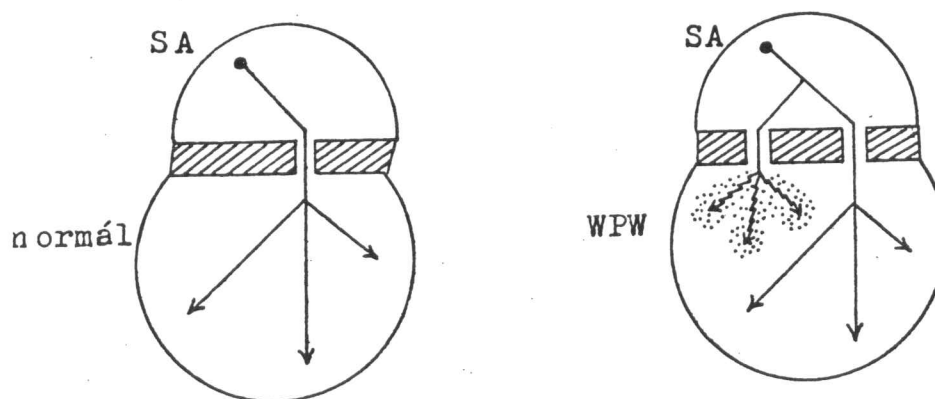
103. ábra

Ha az RR-ciklus rövid, a Tawara-szárak refrakter periódusa (R.F.) is rövid, nincs aberráció (C), ha az RR-ciklus hosszú, a Tawara-szárak refrakter periódusa is hosszabb, eltérő lesz, aberráció könnyebben létrejöhét (D)

28. Wolf-Parkinson-White (WPW) szindróma

A WPW-szindróma egy EKG-jelenség, amit az atrioventrikuláris vezetés veleszületett zavara okoz. A szupraventrikuláris impulzus ilyenkor az AV-vezetőrendszert megkerülve is a kamrákhoz jut.

Anatómiai alapja: valahol a pitvarok és a kamrák között egy járulékos ingerületvezető köteg, az un. Kent-nyaláb helyezkedik el, amelyen át egy szupraventrikuláris impulzus a kamrákat aktiválni képes (104. ábra).



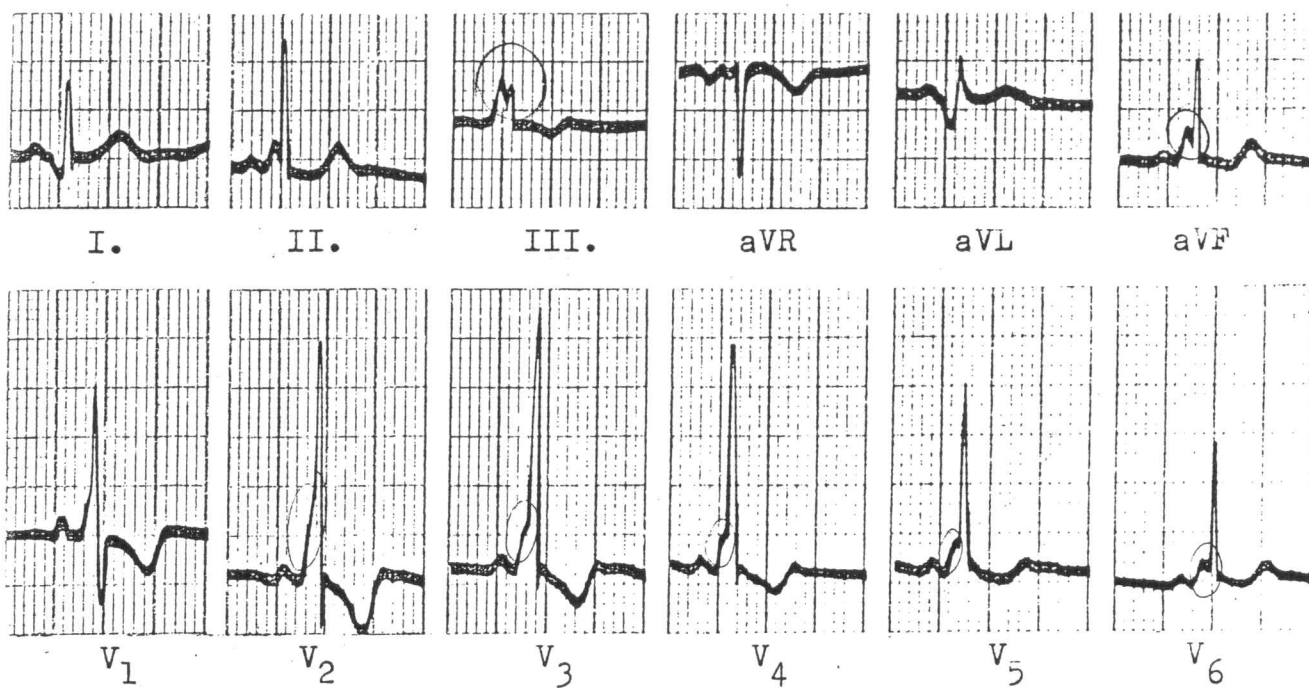
104. ábra

Normális és WPW-s ingerületvezetés. Magyarázatot ld. a szövegben

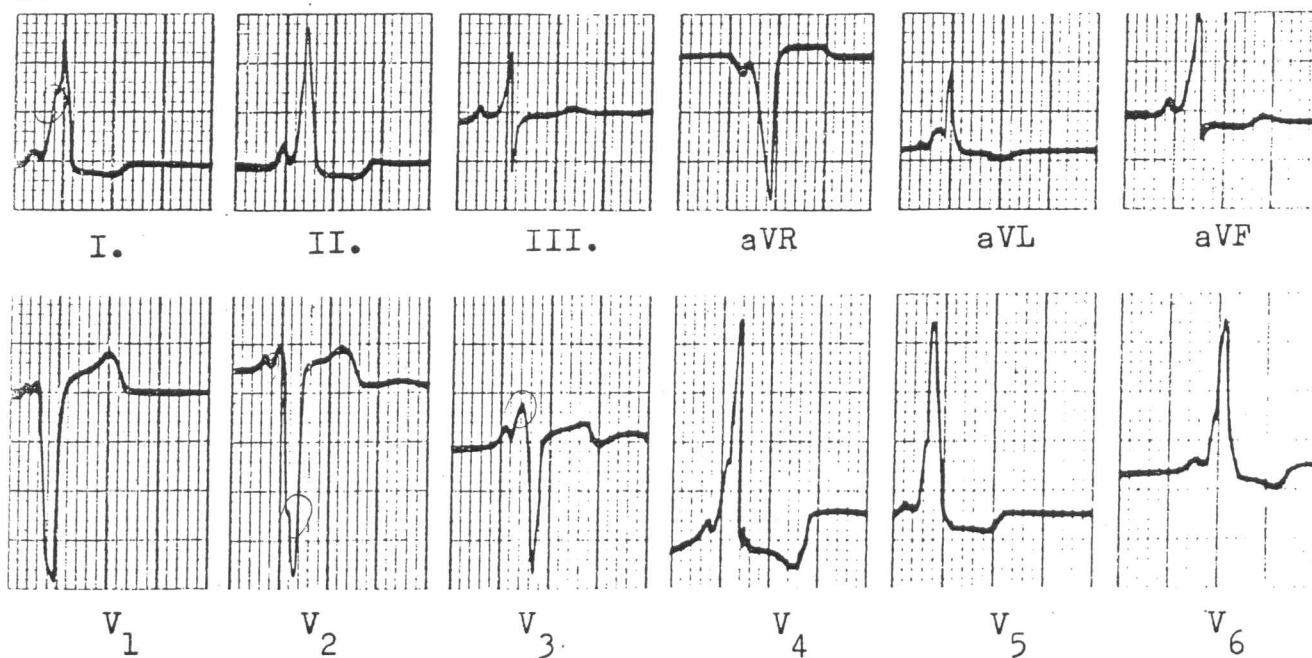
EKG-jellemzői:

1. Rövid PQ-távolság (a kamrák az anomális uton előbb aktiválódnak, mint a normális módon, az AV-vezetőrendszeren keresztül haladó impulzus esetén).
2. A QRS-komplexus kezdeti kiszélesedése és megtörése: a delta-hullám (ennek oka, hogy az anomális uton a kamrai izomzatra terjedt ingerület lassabban vezetődik, mint ha az erre specializált ingerületvezető rendszeren át haladna).

A.



B.



105. ábra
WPW-szindróma

- A) A-típusú WPW. Rövid PQ-távolság (0,08 sec), delta hullámok, V₁, V₂-ben pozitív delta hullámok és QRS-ek.
- B) B-típusú WPW. Rövid PQ-távolság (0,08 sec), delta hullámok, V₁, V₂-ben negatív delta hullámok és S-hullámok.

3. A QRS második része (amit a normális AV-vezetőrendszeren lejutó impulzus hoz létre) normális szélességű.
4. Másodlagos ST-T-eltérések az intraventrikuláris vezetés zavara miatt.
5. Tahikardiákra való hajlam.

Az egyik fajta beosztás szerint a WPW-szindrómának két fő típusát különböztetjük meg: az A- és a B-típust. (105. ábra előző oldalon!)

Az A-típusú WPW-szindrómára jellemző: a jobb kamrai elvezetésekben (V_1 , V_2) R-hullám és pozitív delta hullám látható.

A B-típusú WPW-szindrómára jellemző: a jobb kamrai elvezetésekben S-hullám és negatív delta hullám látható.

Fenti eltérések azért észlelhetők, mert többnyire A-típusú WPW-ben a Kent-nyaláb a bal oldalon helyezkedik el, a preexcitációs terület a bal kamrában van, B-típusnál pedig jobb oldalt, a jobb kamrában.

Jelentősége: - WPW-szindrómában gyakran előfordulhatnak szupraventrikuláris tahikardiák,

- a WPW-s EKG félrevezető lehet, téves EKG-diagnózisokhoz vezethet (pl. B-típusú WPW-t gyakran tévesztenek bal Tawara-szár blokkal).

29. A tahikardiák keletkezésének okai

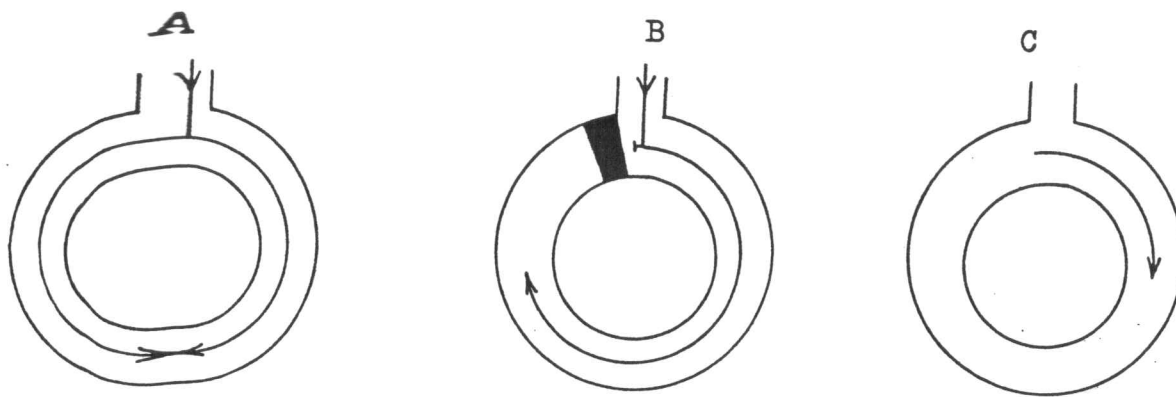
A szív ritmuszavaraival kapcsolatos régóta felhalmozódott klinikai tapasztalatok az utóbbi évtizedben alkalmazott modern elektrofiziológiai vizsgálatok tükrében mélyebb értelmezést nyertek; sok tekintetben tisztázódott a ritmuszavarok keletkezésének, fennmaradásának és megszűnésének mechanizmusa.

A tahikardiák egyik nagy csoportja az ^①impulzus vezetés zavarán, a másik az ^②impulzus képzés zavarán alapszik. Az impulzus vezetés zavarán alapuló tahikardiák nagy része azon alapszik, hogy a szíven végigfutó impulzus nem "hal el" a megfelelő területek aktiválása után, hanem visszafordulva ismét ingerületet képez. Így olyan körfolyamat jöhet létre, amely tahikardiát tarthat fenn. Az impulzus visszafordulásának és visszatérésének jelenségét/reentry nek nevezzük, ha pedig a körforgás több cikluson át fennmarad, reentry tahikardiáról beszélünk.

A reentry létrejöttének feltételei (106. ábra, következő oldalon!)

- kettős pálya,
- az impulzus érkezésének pillanatában az egyik pályán unidirekcionális blokk,
- a pályákat alkotó (a körfolyamatban résztvevő) ingerületvezető struktúrák egyikének rövidebb kell legyen az effektív refrakter periódusa (ERP), mint a körfolyamat ciklus ideje.

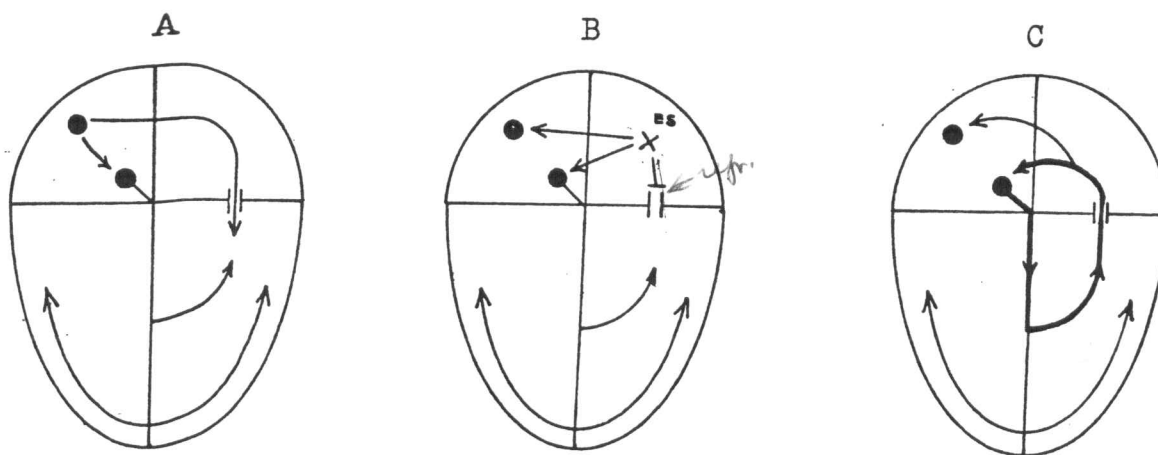
Egy ilyen, tahikardiát fenntartó körforgás a szív csaknem minden területén (pitvarok, AV-csomó, Purkinje-rostok, stb.) keletkezhet. Egy konkrét gyakorlati példaként szolgáljon a WPW-szindrómában fellépő reentry-típusú szupraventrikuláris tahikardia (107., 108. ábrák: lásd a 97., 98. oldalon!). A WPW-s betegek döntő többségében az



106. ábra

A reentry keletkezése

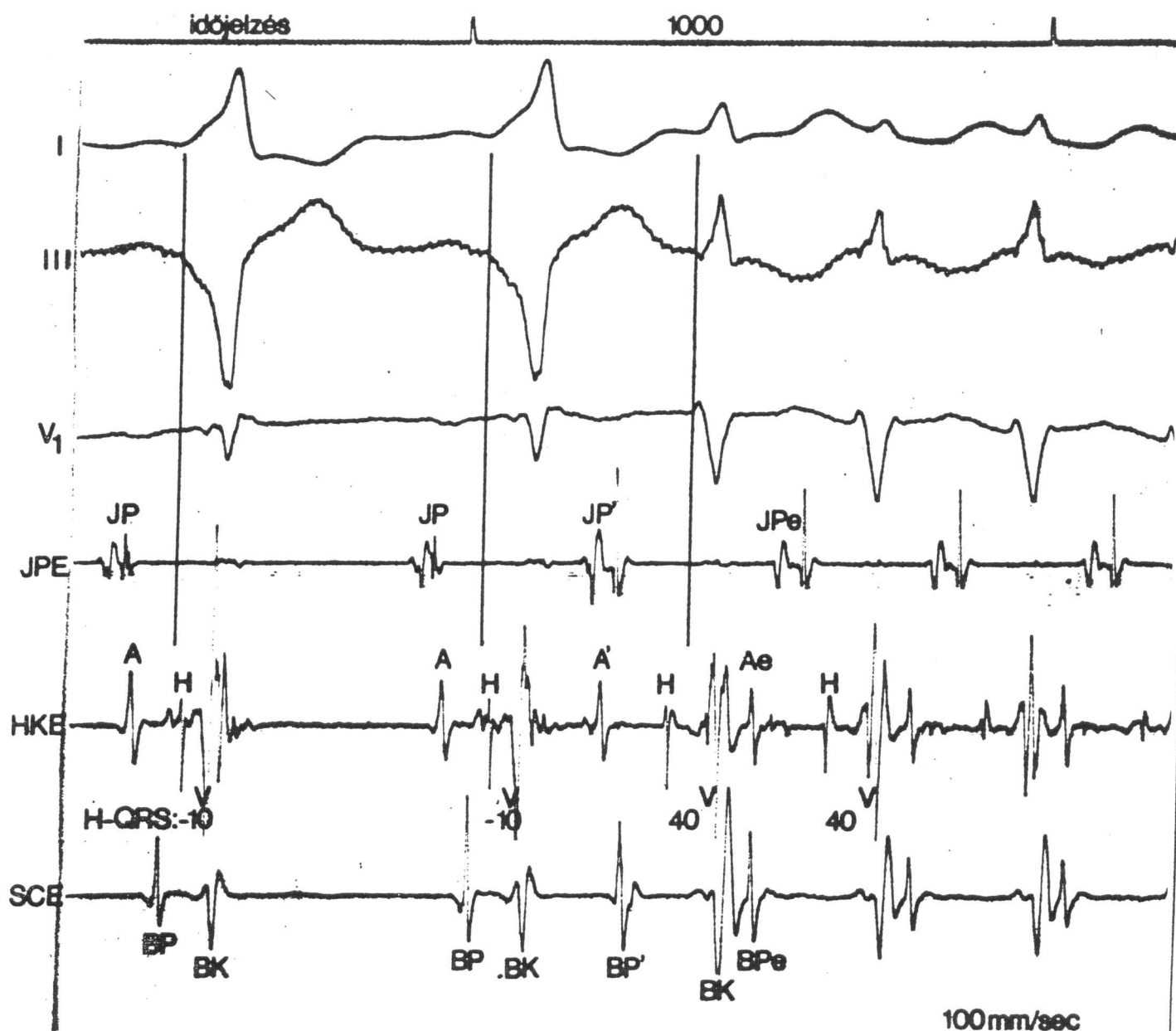
- A) Ha funkcionálisan csak egy pálya van (nincs unidirekcionális blokk) az ingerület levezetődik és "elhal".
- B) Ha az impulzus érkezésének pillanatában anterográd vezetés csak az egyik pályán lehetséges (unidirekcionális blokk), az ingerület tovaterjedhet és visszafordulhat.
- C) Egy körforgás (ciklus) után a kezdőpont ismét ingerelhető (ERP-n túl), így az ingerület továbbvezetődhet, ami újabb ciklus kezdetét jelenti.



107. ábra

Reentry WPW-ben

- A) WPW-ben a normális sinus-impulzus az accessorius pályán hamarabb éri el a kamrát, mint az AV-csomón keresztül, kamrai preexcitációt okozva, azonban az impulzus mindkét pályán anterográd irányban (a kamrák felé) vezetődik.
- B) Egy korai impulzus (pl. pitvari ES) esetén az accessorius pálya még refrakter fázisban van, az ingerületet nem képes a kamrára vezetni. Ezért az impulzus a normális AV-vezetőrendszeren éri el a kamrákat. A WPW-s betegek döntő többségében az accessorius pálya refrakter periódusa a normális AV-vezetőrendszerét meghaladja, ezért a korai impulzusok az utóbbin keresztül érik el a kamrákat; a tahikardia keskeny QRS-ekkel jár. Az esetek egy kis részében az accessorius pálya refrakteritása a rövidebb, a korai impulzus itt vezetődik le, a tahikardia széles QRS-ekkel jár.
- C) Az accessorius pálya környékére érkező retrográd impulzus már vissza tud vezetődni a pitvarra, mivel a pálya az ERP-n már tuljutott. A pitvarok aktiválása után az impulzus a normál uton visszafordul a kamrák felé, és a körfolyamat előlről kezdődhet; reentry tahikardia jöhet létre. A körforgás (pályák) anatómiai alapját az AV-csomó, His-köteg, Tawara-szárok, a kamraizomzat, az accessorius pálya és a pitvarizomzat alkotja.



108. ábra

"B" típusú WPW-ben spontán pitvari extraszisztole szupraventrikuláris tahikardiát indít be. Ez az EKG az eddigiektől eltérően több, a szív belsejéből levezetett regisztrátumot tartalmaz. JPE = jobb pitvari elvezetés. HKE = His-köteg elvezetés. SCE = sinus coronarius elvezetés. JP = jobb pitvari elektrogramm. BP = bal pitvari elektrogramm. BK = bal kamrai elektrogramm. A, H és V = alacsony jobb pitvari, His és kamrai elektrogramm a His-köteg elvezetésben. A' = spontán pitvari extraszisztole elektrogrammja a His elvezetésben. Ae = pitvari echo ütés elektrogrammja a His elvezetésben. A függőleges vonalak a kamrai aktiváció (QRS) kezdetét jelzik. Az időintervallumokat ms-ban adtuk meg. Figyeljük meg, hogy a sinus ütéseken a H-hullám a QRS kezdete után jelenik meg, a delta hullámmal egyidőben. Ez azt jelzi, hogy az ingerület a járulékos vezetőrendszeren keresztül előbb érte el a kamrát, mint a His-kötegen át. A tahikardiát beindító pitvari ES blokkol a járulékos nyalábban, és kizárólag a normál vezetőrendszeren át vezetődik a kamrára: a QRS morfológia és a H-QRS intervallum normalizálódik, a delta-hullám eltűnik. A tahikardia során a QRS-ek nem mutatják a WPW jellegzetességeit.

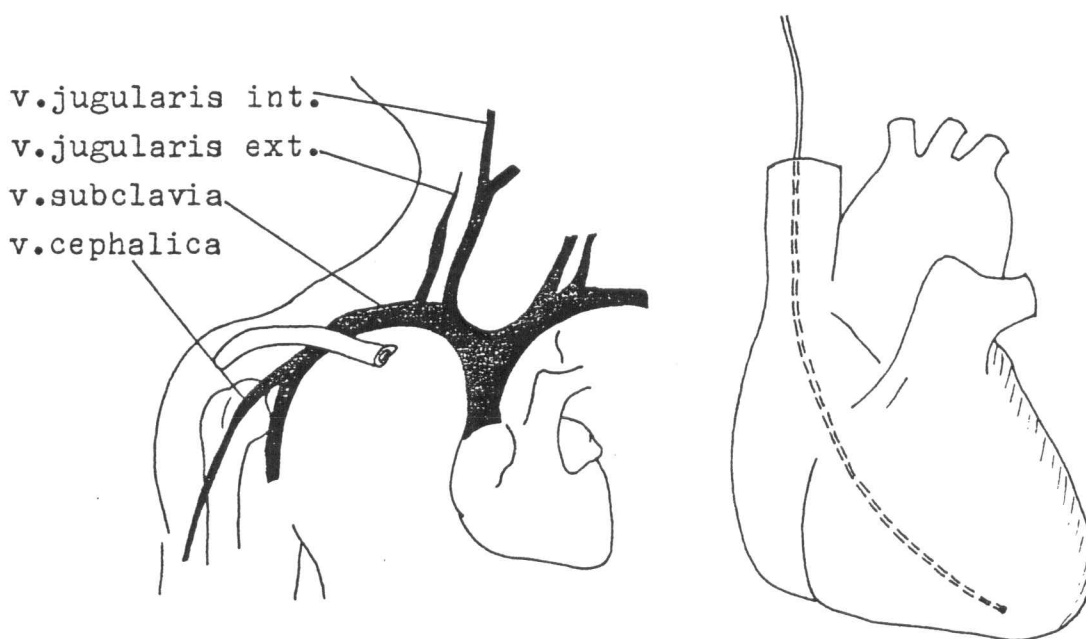
Tachycardia: ritmus / 2. impulzus hiánya zavar = automácia ↑

accessorius pálya refrakter periódusa a normális AV-vezetőrendszerét meghaladja, ezért a korai impulzusok az utóbbin keresztül érik el a kamrákat; a tachycardia keskeny QRS-ekkel jár. Az esetek egy kis részében az accessorius pálya refrakteritása a rövidebb, a korai impulzus itt vezetődik le, a tachycardia széles QRS-ekkel jár.

② Az impulzusképzés zavarán alapuló tachycardiák nagy részéért az automácia fokozódása felelős. Az automácia a pacemaker sejtek normális tulajdonsága, ez teszi lehetővé, hogy adott sejtcsoport szabályos időközökben spontán ingerületet képezzen. Normálisan a domináns pacemaker a sinus-csomó, mivel ingerképzési frekvenciája az egyéb potenciális pacemakeréket (AV-junkció, His-Purkinje rendszer, stb.) meghaladja. Kóros esetekben (pl. gyógyszertuladagolás, láz, vérellátási zavar, stb.) az alárendelt pacemaker automáciája fokozódhat, ingerképzési frekvenciájuk a sinus-csomóét lényegesen meghaladhatja, és így tachycardia (nem sinus) alakulhat ki. Ez történik pl. digitalis intoxikációban fellépő AV-junkcionális tachycardia esetén.

Más esetekben olyan sejtcsoportokban is jelentkezhet automácia, ahol normális körülmények között ez a tulajdonság hiányzik; pl. a pitvari, vagy kamrai munkaizomzatban. Ennek következtében szintén keletkezhet ES, tachycardia, paraszisztole.

30. Mesterséges pacemaker



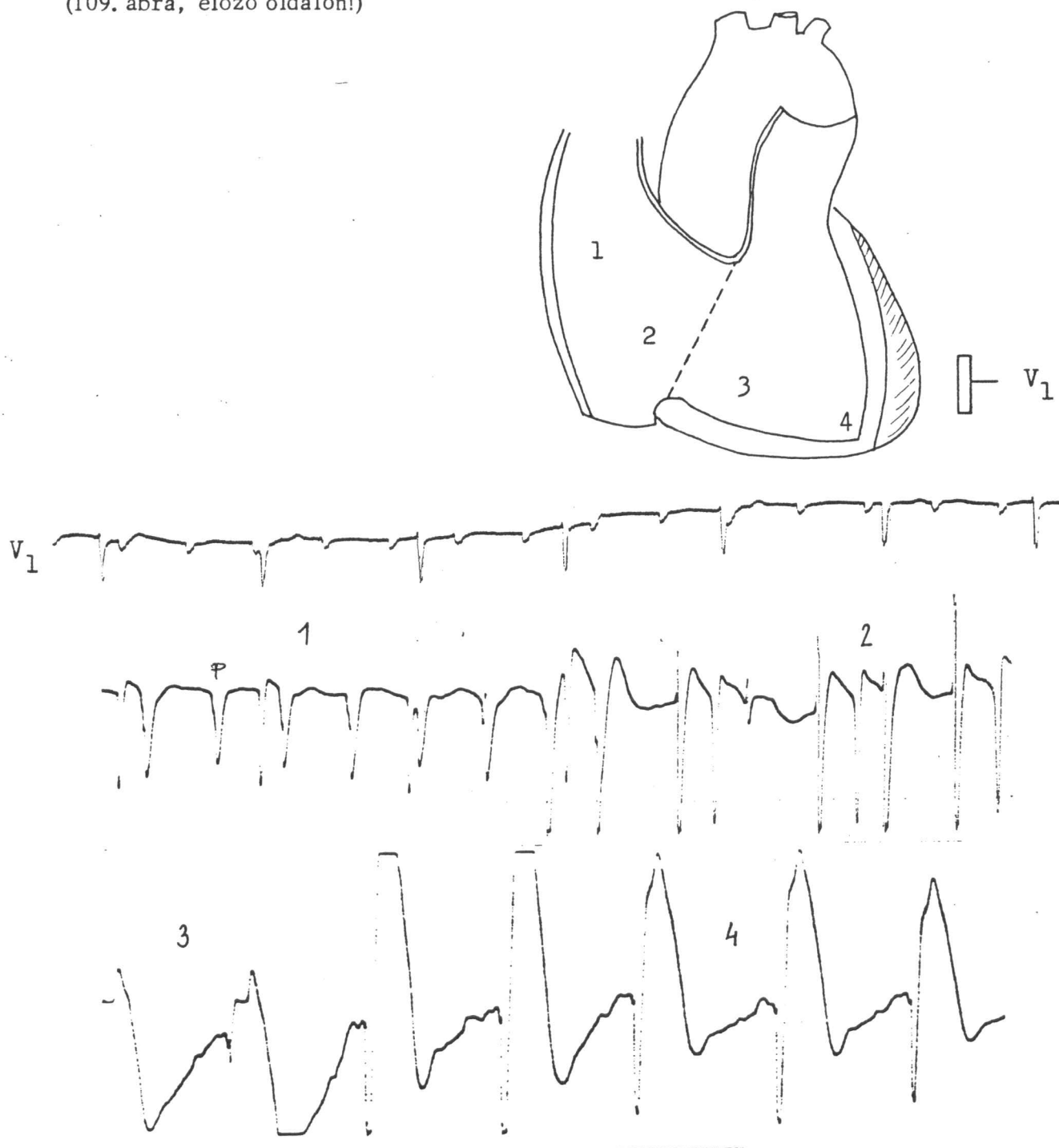
109. ábra

A pacemaker elektróda gyakrabban alkalmazott bevezetési helyei és végleges pozíciója a jobb kamrában

A mesterséges pacemaker olyan elektromos impulzusokat leadó készülékek, amelyekkel kezelni lehet AV-blokkban, vagy veszélyes ritmuszavarban szenvedő betegeket. Gyakran használnak mesterséges pacemakert diagnosztikus beavatkozás, vagy elektrofiziológiai vizsgálat céljából is. A mesterséges pacemaker két fő részből, az elektronikát és a telepet tartalmazó készülékből és az elektródából áll.

A készülék elhelyezése szerint ideiglenes és implantált pacemakert különböztetünk meg. Az előbbi esetben a készülék a betegen kívül, az utóbbi esetben a betegbe építve helyezkedik el.

Az elektróda elhelyezése is többféle lehet, leggyakrabban a jobb kamrába helyezik (109. ábra, előző oldalon!)

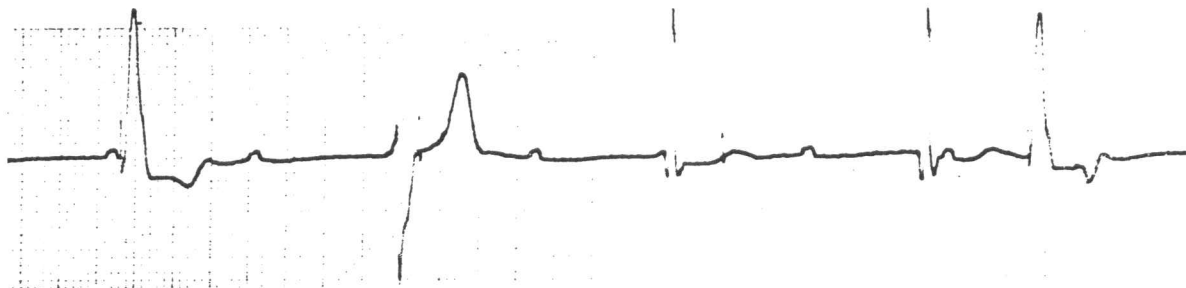


110. ábra

Ideiglenes pacemaker elektródáról levezethető EKG a jobb kamrába vezetés alatt. V₁ elvezetésben látjuk a beteg felületi EKG-ját, melyen teljes AV-blokk figyelhető meg. A számokkal jelölt regisztrátumok a pacemaker elektródával a szív különböző pontjairól levezetett intrakardiális EKG-k. Ezek magyarázatát lásd a szövegben.

①
Az elektróda jobb kamrába vezetése implantált pacemaker esetén a jobb vagy bal v. cephalican keresztül, ideiglenes pacemaker esetén perifériás (v. cubitalis, v. femoralis) vagy centrális (v. jugularis interna, v. subclavia) véna felől történhet. Az elektróda bevezetése általában Rtg-képerősítő ellenőrzéssel történik. Ennek hiányában ill. halasztást nem tűrő, akut beavatkozások alkalmával a pacemaker elektródáról levezethető intrakardiális EKG nyújt hasznos tájékoztatást. Attól függően ugyanis, hogy az elektróda vége (az impulzust leadó és érzékelő rész) a szíven belül hol helyezkedik el, más és más intrakardiális EKG nyerhető. Ha az elektróda vége a jobb pitvarban, vagy annak közelében van, pitvari aktivációt jelző nagy amplitudójú, keskeny P-hullámok láthatók, amelyek a kamrai komplexumok nagyságát meghaladják. A pitvar felső részében (a v. cava superior beömléséhez közel) a pitvari komplexusok negatívak, majd lefelé haladva fokozatosan bifázisosak, majd pozitívak lesznek (az ingerület a sinus-csomó felől az unipoláris elektróda vége felé halad). Ha az elektróda vége a trikuszipidális billentyűn keresztül a kamrába jut, a P-hullámok amplitudója hirtelen nagymértékben lecsökken, sőt a P-hullámok gyakran nem láthatók, és nagy amplitudójú kamrai intrakavitális (kamra-üregi) QS-komplexusok jelennek meg. Ha az elektróda vége eléri a kamrai endokardiumot, ún. sértési potenciál, jelentős ST-eleváció észlelhető (110. ábra, előző oldalon!)

A pacemaker ingerlés üzemmódja szerint elsősorban szinkron, vagy fix, és demand, vagy QRS-től függő üzemmódot különböztetünk meg.



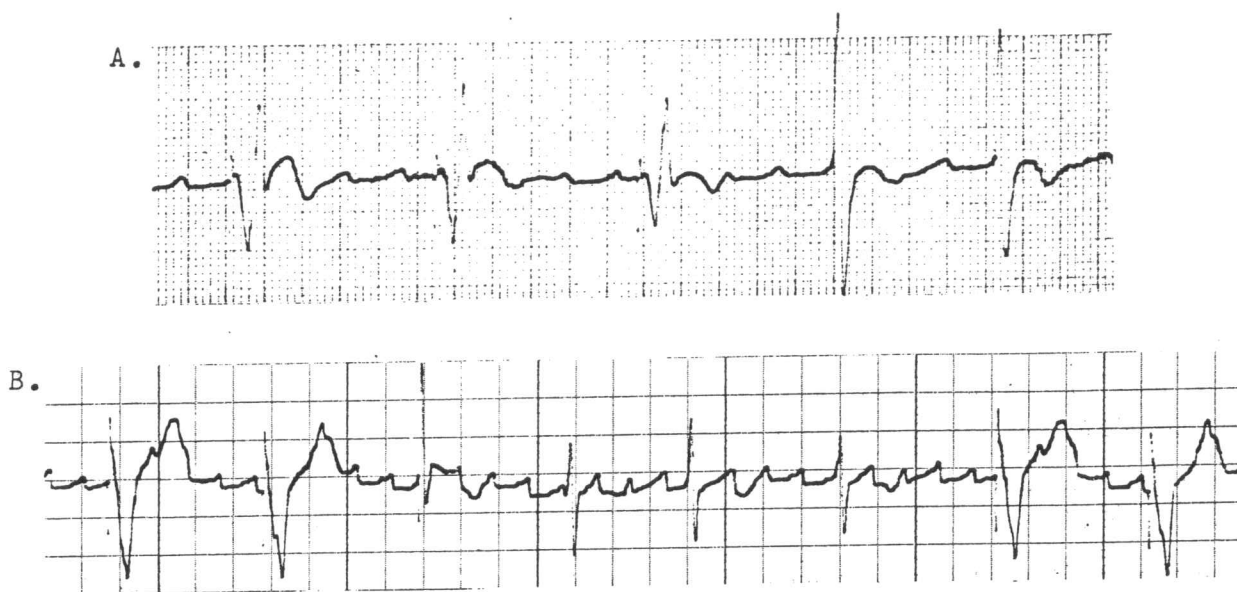
111. ábra

Aszinkron üzemmódban működő pacemaker. 83/min frekvenciájú sinus ritmus, 1,6 sec ciklushosszu (37,5/min frekvenciájú) fix pacemaker ritmus. Magasfokú AV-blokk, 43/min frekvenciájú AV-junkcionális escape ritmus. Az első és utolsó QRS pacemaker eredetű, közvetlenül előttük spike. A két másik spike a beteg "saját" QRS-ét követő refrakter fázisba esik, ezért a kamrát nem hozza ingerületbe.

Az aszinkron üzemmód jellemzői (111. ábra)

- a készülék által leadott impulzusok (spike-ok) frekvenciája konstans és a beteg QRS-eitől független,
- minden spike ingerli a kamrát, kivéve, ha a refrakter fázisban jelenik meg,
- az aszinkron üzemmód tulajdonképpen pacemaker paraszisztóle (a természetes paraszisztolék mechanizmusához hasonlóan),
- gyakran a pacemaker ütések közé vezetett ütések, vagy kamrai ES-ek interpolálódnak. Ha ezek száma nagy, a szívfrekvencia veszélyesen megemelkedhet,
- az "R on T" jelenség létrejöhet és ez kamrai tahikardiát vagy kamrafibrillációt indíthat be.

A demand üzemmód jellemzői (112. ábra)



112. ábra

Demand üzemmódban működő pacemaker

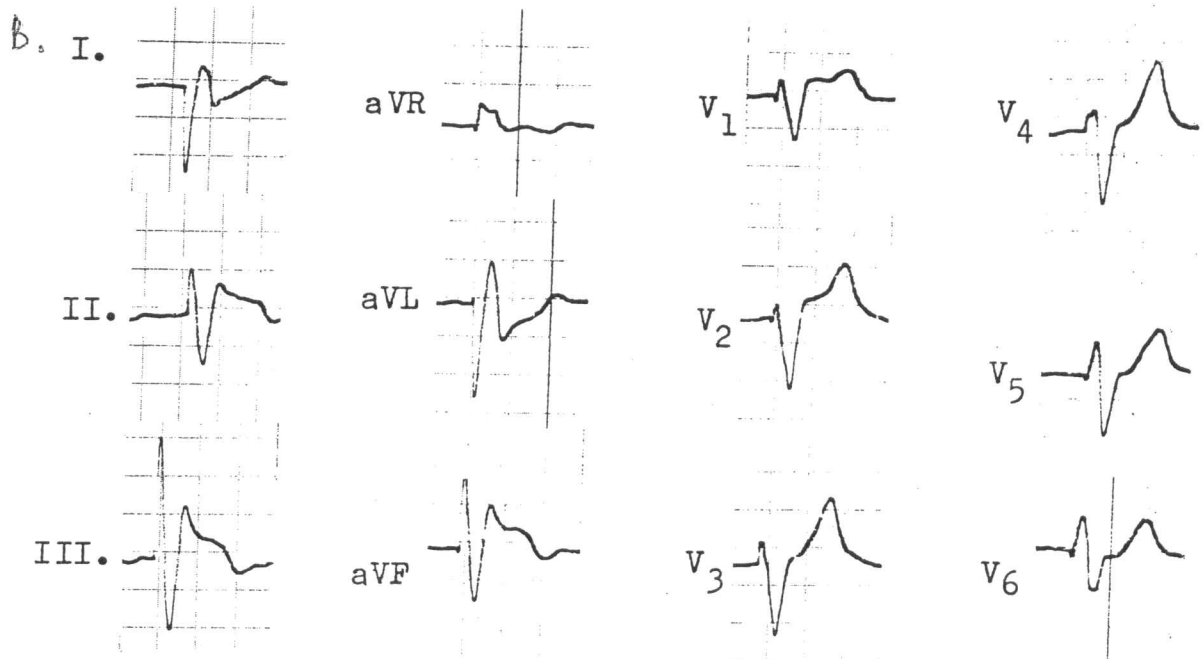
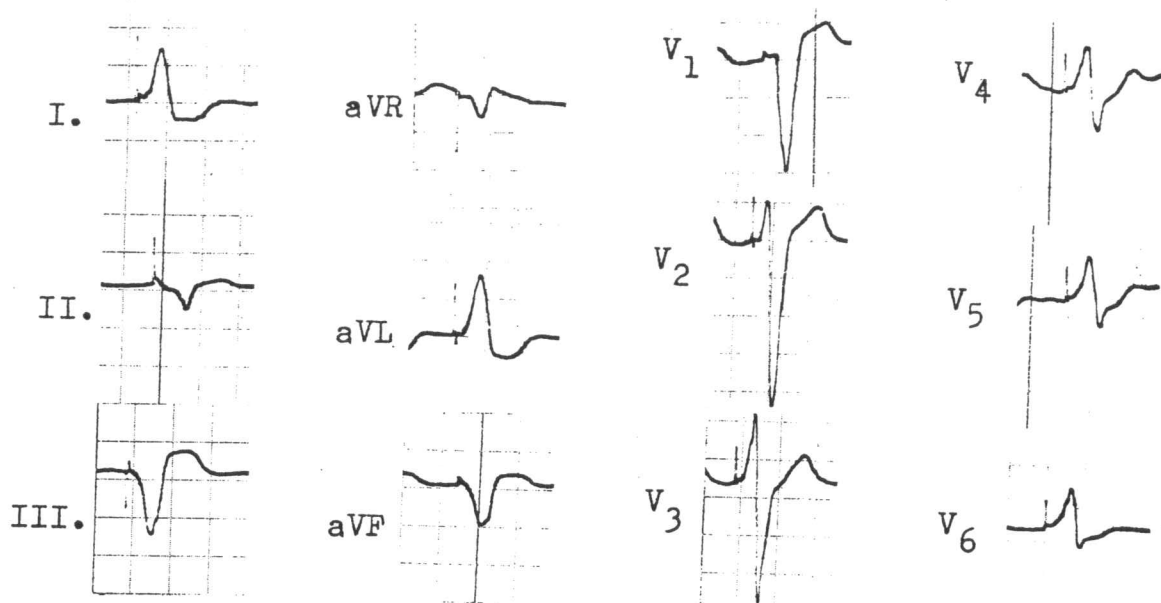
- A) Pitvari tachikardia, demand pacemaker ritmus, a ciklushossz 1,08 sec (56/min frekvencia). Két rövidebb kapcsolási idejű (0,82 sec és 0,72 sec) "saját" ütés miatt a pacemaker a soronkövetkező 4. és 5. impulzust nem adja le, ezért itt spike nem látható.
- B) Pitvari flutter, 0,83 sec (72/min) ciklushosszra állított demand pacemaker ritmus. Az első két QRS pacemaker ütés, a harmadik QRS fúziós ütés, a következő három QRS a beteg "saját" vezetett ütése, ciklushosszuk változó, de rövidebb, mint a pacemaker ciklushossza. Ezért itt spike nem látható. Az utolsó két QRS ismét pacemaker ütés. A pacemaker frekvenciája és a beteg átlagos szívfrekvenciája közel egyenlő.

- - a készülék csak akkor ad le impulzust, ha a beteg szívfrekvenciája az előre beállított megengedett érték alá csökken,
- igy a vulnerabilis zóna ingerlése elkerülhető,
- ha a beteg saját frekvenciája és a beállított demand frekvencia közel egyenlő, fúziós, vagy pseudofúziós ütések képződhetnek, gyakran a beteg saját szívműködése és a pacemaker ritmus alternálva jelenik meg.

Jobb kamrai pacemaker EKG-jellemzői (113. ábra, következő oldalon!)

1. Jobb kamrai PM-ingerlés az EKG-n bal Tawara-szár blokkra jellemző eltéréseket okoz (a bal kamra a jobb kamra felől kerül ingerületbe, mint bal Tawara-szár blokk esetén).
2. A QRS frontális siku tengelyállása (elsősorban) a stimuláció helyétől függ.
 - a) pacelés be- és kiáramlási pályán normál tengelyállással jár,
 - b) a kiáramlási pályán, a pulmonális billentyű környékéről történő ingerlés vertikális tengelyállással, vagy jobb deviációval jár,

A.

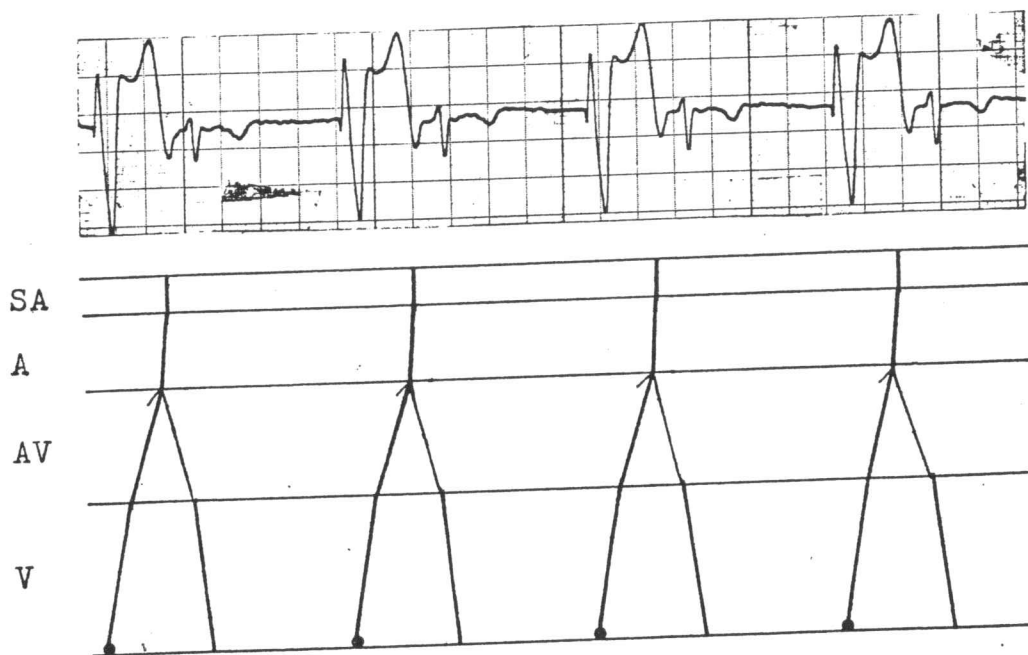


113. ábra

- A) EKG jó elektróda pozícióból, a jobb kamra csucsából történő pacemaker ingerlés esetén. Magyarázatot ld. a szövegben.
- B) EKG nem kielégítő pozícióból, a kiáramlási pályán, a pulmonális billentyű környékéről történő pacemaker ingerlés esetén. Magyarázatot ld. a szövegben.

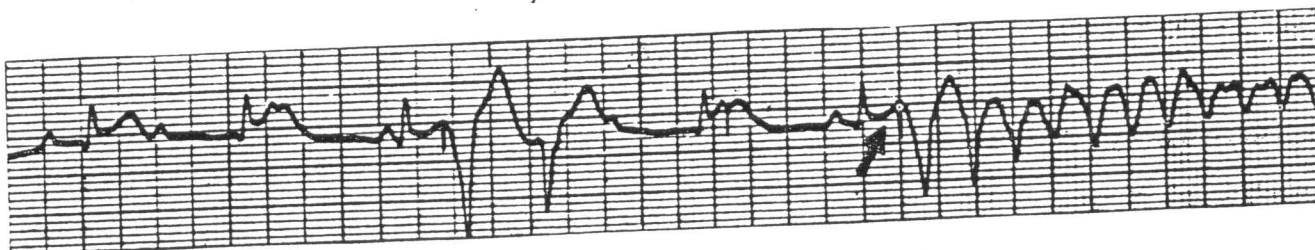
c) a jó helyzetből, a csucsból történő ingerlés bal deviációt, időnként S_1 , S_2 , S_3 -jellegűt okoz.

Complicációk, hibás pacemaker funkciók (114, 115, 116. ábrák, a következő oldalakon!)



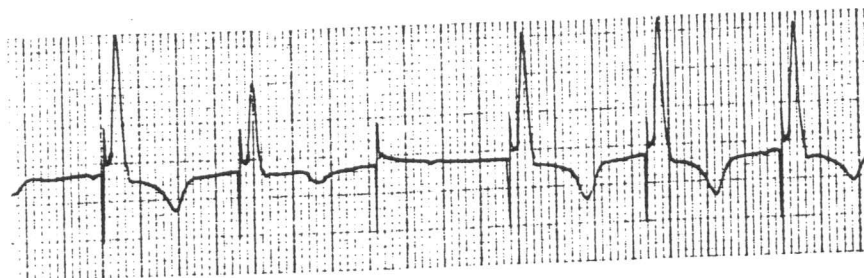
114. ábra

Előfordulhat, hogy a kamrai pacemaker ingerlés során az elektromos impulzus retrográd uton visszavezetődik a pitvarokba. Ez általában olyan betegeknél észlelhető, akiknél a pacemaker implantáció nem AV-blokk miatt történt. A visszavezetett impulzusok ugynevezett reciprok, vagy echo ütések formájában ismét levezetődhetnek a kamrára, így pacemaker és echo ütések bigeminiája jöhet létre. Ez többnyire nem kívánatos, mert a betegnek kellemetlen érzést okozhat. Az ábrán egy ilyen jelenség látható



115. ábra

A pacemaker hibás demand funkciója. A készülék az impulzust többször túl korán adja le, míg végül az a vulnerábilis zónába esve kamrafibrillációt indukál (akut inferior infarktus, II. elvezetés)



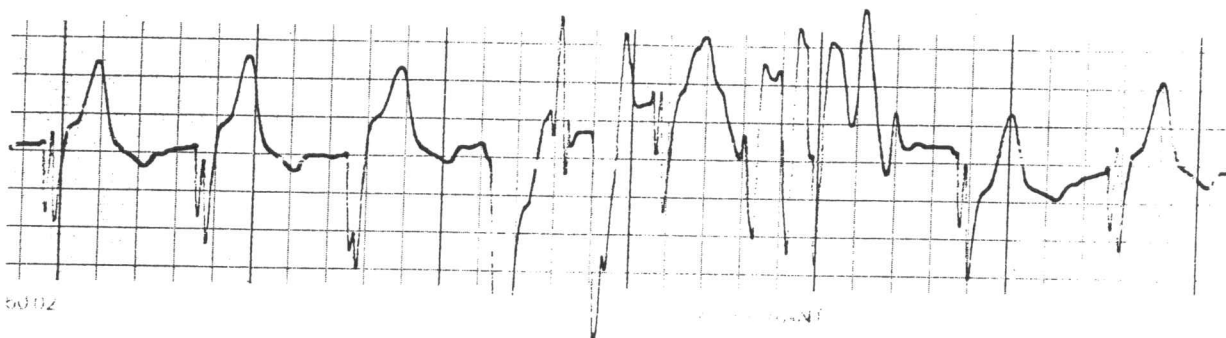
116. ábra

Fix pacemaker un. exit blokkja (másnéven noncapture blokk): a harmadik spike-ot nem követi QRS. Az exit blokk leggyakoribb okai: a pacemaker vége kimozdul, nem fekszik hozzá az endokardiumhoz; az output (ingerlő áramerősség) kicsi, nem éri el a szívmusclejtek ingerküszöbét; az elektróda vége ingerelhetetlen, nekrotizált szívmusclejtrésznél van.

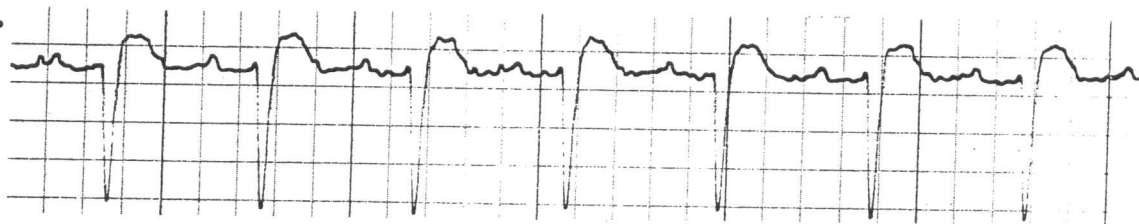
31. EKG műtermékek

A hibás készülékbeállításból, az EKG-elektrodák laza felhelyezéséből, a nem megfelelő árnyékolásból, földelésből, vezeték lazulásból, a beteg izomremegéséből és mozgásából, stb. adódóan az EKG-n műtermék-jelek fordulhatnak elő, amelyek néha téves diagnózishoz is vezethetnek, aminek mind a beteg, mind pedig az orvos és nővér kárát láthatják. A 117. ábrán néhány ilyen gyakori műtermék-regisztrátum látható.

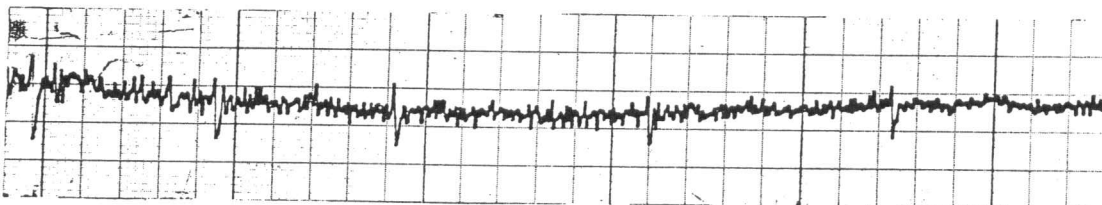
A.



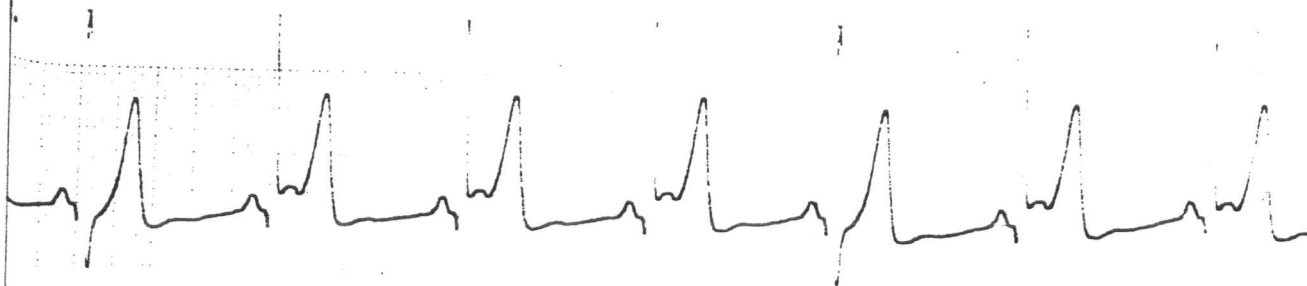
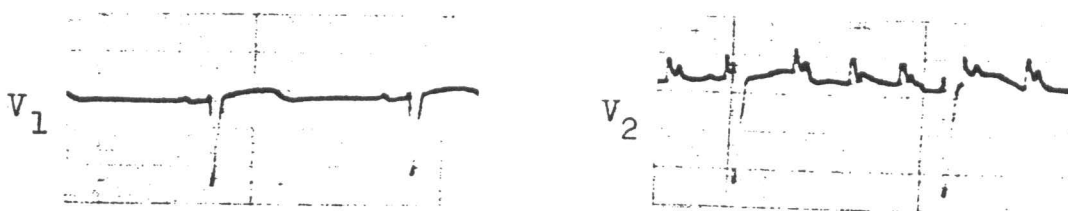
B.

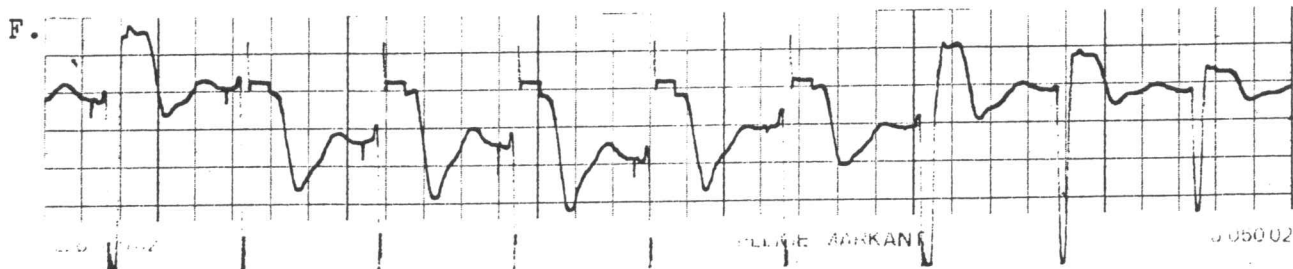


C.



D.



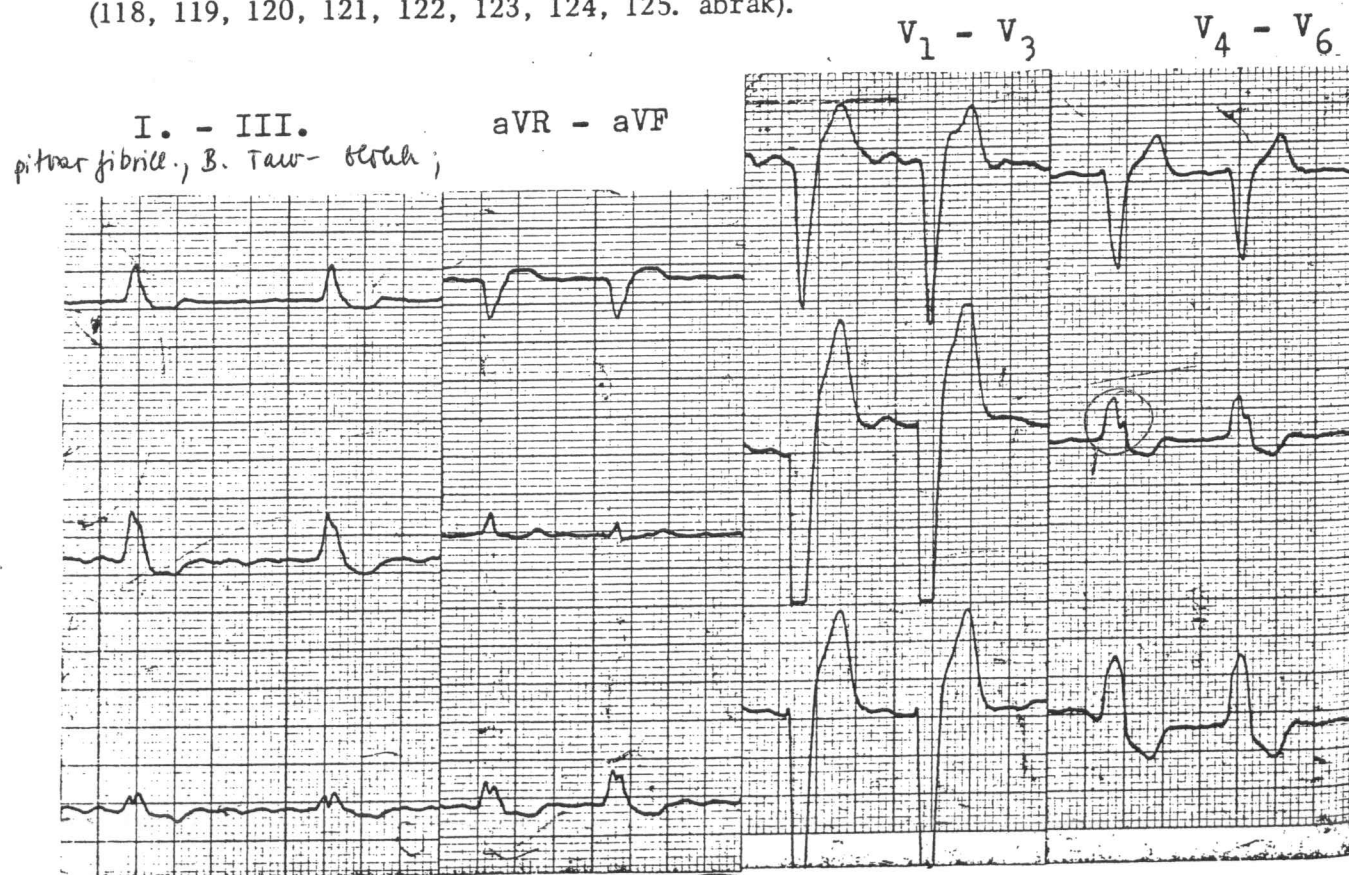


117. ábra
EKG műtermékek

- A) A beteg mozgásából, a mellkasi monitor elektróda lelazulásából adódó műtermék. Nem szabad összetéveszteni a kamrafibrillációval! A műtermékek között a beteg QRS-ei felismerhetők.
- B) Pitvarfibrillációt utánzó műtermék; a beteg a fejét felemelte. A sinus ritmus azonban jól felismerhető.
- C) Fentihez hasonló műtermék elektróda lelazulás miatt.
- D) Pitvari tahikardiát utánzó műtermék a V₂ elektróda lelazulása miatt. A V₁ elvezetésben hasonló nem észlelhető.
- E) Ál ST-eleváció a nagy QRS amplitudó és az alapvonal felfelé történő undulációja miatt. Az első és ötödik QRST lejjebb van, itt a műtermék nem látható.
- F) Ugyancsak ál ST-eleváció a fentivel azonos okból. A túltehetetlensége miatt négy extrém keskeny QRS is látható.

32. Néhány megfejtendő EKG-görbe

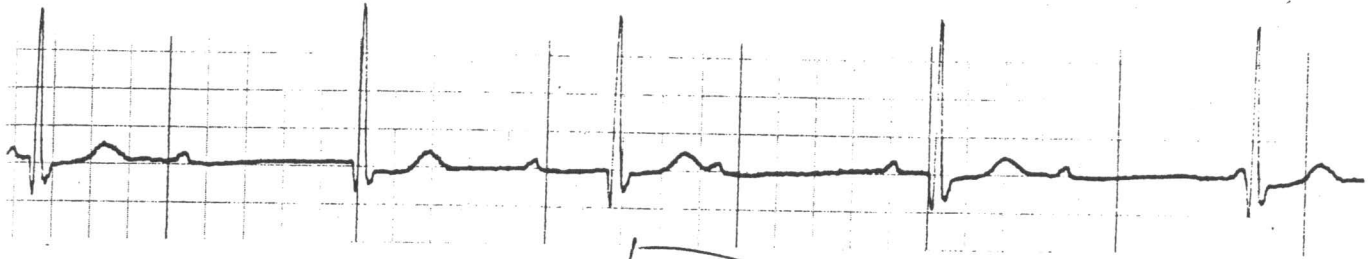
(118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125. ábrák).



118. ábra

magas fokú AV-blokk

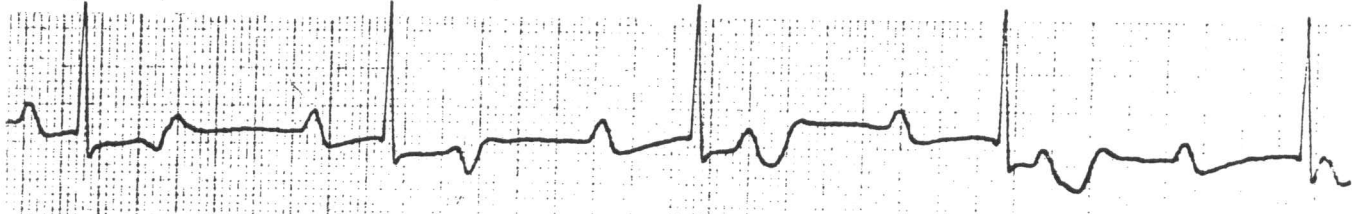
II.



119. ábra

II.

III. fokú AV-blokk, AV-junctionális pacemaker működik a kamrákat



600:7=85
40 0,8
1,4

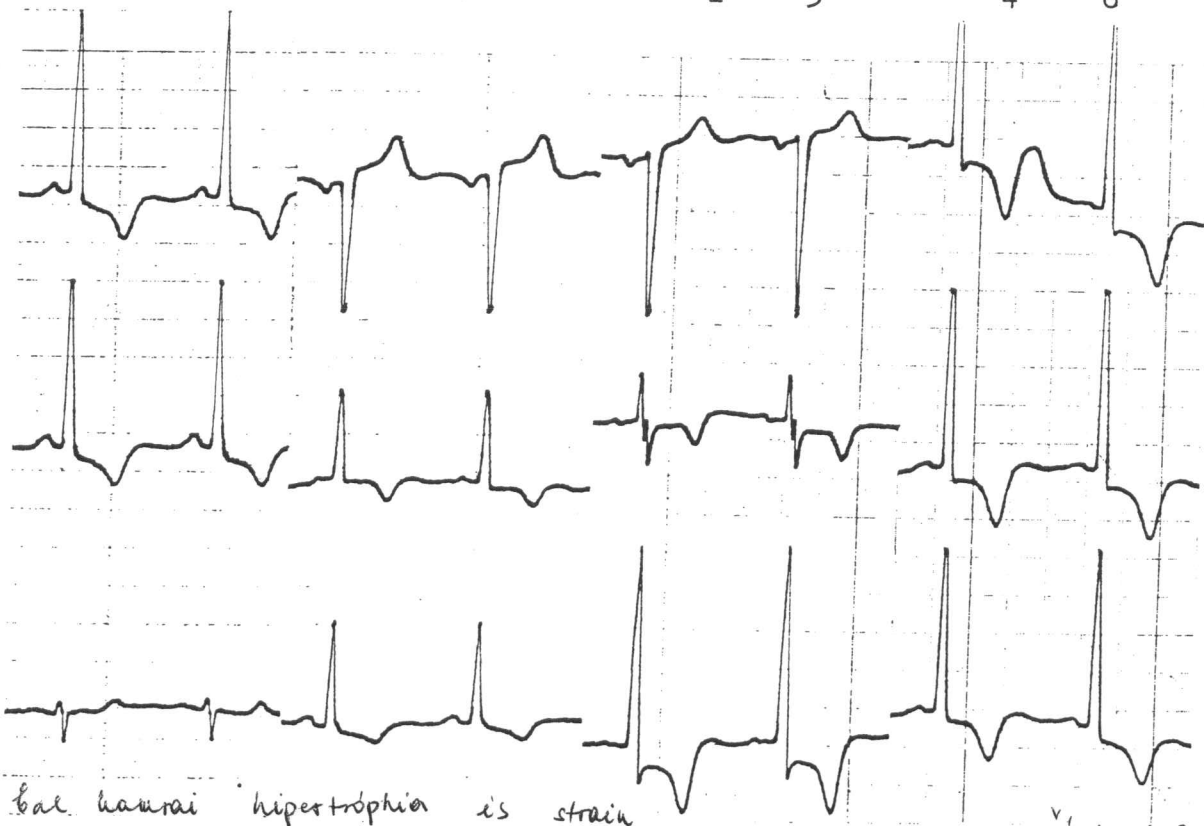
120. ábra

I. - III.

aVR - aVF

V₁ - V₃

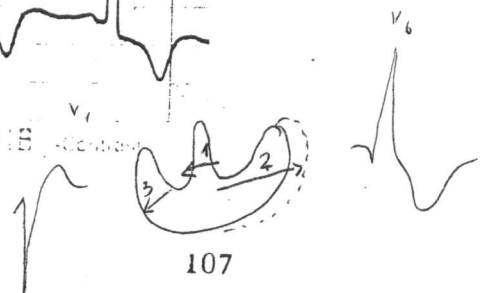
V₄ - V₆



bal kamrai hipertrophia és strain

121. ábra

HELDER HEIDEN



WPW - B

I. - III.

aVR - aVF

V₁ - V₃

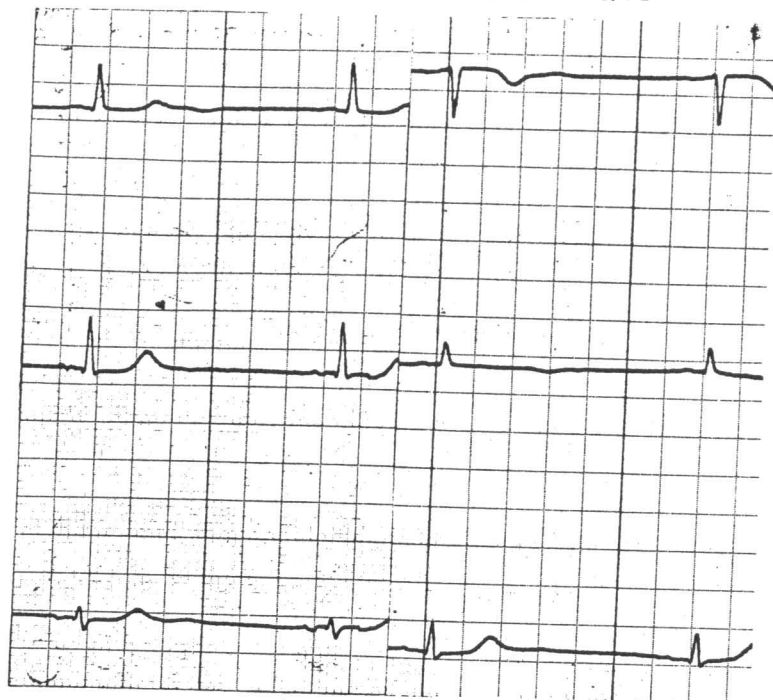
V₄ - V₆



122. ábra

I. - III.

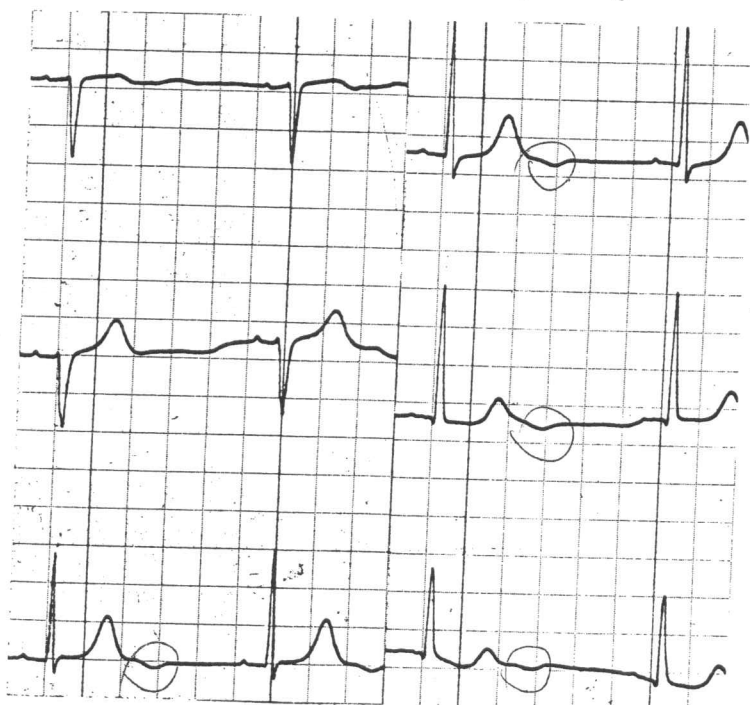
aVR - aVF



ischemia = \ominus R bundle

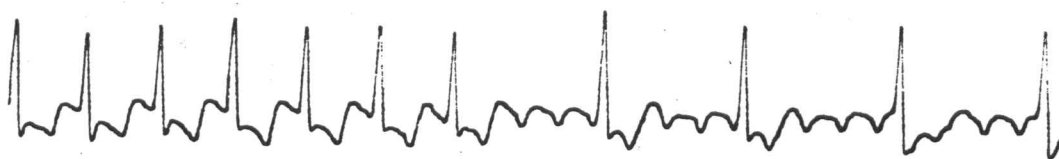
V₁ - V₃

V₄ - V₆



123. ábra

III.



125. ábra

I.

V₁

II.

path. Q

V₂

S-T dep.

III.

V₃

aVR

V₄

aVL

V₅

aVF

V₆

S-T elev.

124. ábra

33. EKG-görbék megfejtése

118. ábrán: Pitvarfibrilláció, közepes kamrai frekvencia. Bal Tawara-szár blokk, következményes ST-T-eltérésekkel.

119. ábrán: Sinus-ritmus, magas foku AV-blokk. Az AV-junkcionális escape ritmus-frekvenciája 36/min. A harmadik QRS kapcsolási ideje rövidebb, ez az ábrán látható egyetlen vezetett ütés, ún. capture. Azért jöhetett létre, mert előtte olyan az RP-reláció, hogy a p-hullám hosszú PQ-val képes a kamrára vezetődni.

120. ábrán: Sinus-ritmus, a sinusfrekvencia 79/min. A P-hullámok és a QRS-ek között nincs ok-okozati összefüggés, a kamrai frekvencia 38/min. A ritmus teljes (harmadfoku) AV-bloknak felel meg. Mivel a QRS-ek keskenyek, a kamrákat valószínűleg AV-junkcionális pacemaker működteti.

121. ábrán: sinus ritmus, bal deviáció, bal kamra hipertrófia és strain EKG-jelei.

122. ábrán: sinus ritmus, B-típusú WPW-szindróma EKG-jelei.

123. ábrán: sinus bradikardia, középállású R-tengely, V₃-tól V₆-ig negatív U-hullámok. (A beteg hipertóniás, isémiás szívbetege).

124. ábrán: sinus ritmus, II, III, aVF és V₆ elvezetésekben patológiás Q-hullámok, V₁-től V₃-ig elvezetésekben nagy R-hullámok, ST-depresszió, pozitív T-hullámok. II, aVF és V₆ elvezetésekben mérsékelt ST-eleváció, kezdődő T-inverzió. Infero-postero-laterális miokardiális infarktus teljesen kifejlődött fázisa.

125. ábrán: pitvari flutter, a görbe első szakaszán 2:1-es, a második szakaszon 4:1-es blokkal. A flutter frekvencia kb. 300/min.

34. Az EKG morfológia eltérések rövid differenciál-diagnosztikája

• MIOKARDIÁLIS INFARKTUS

Ha egy betegnél infarktus gyanúja merül fel, az EKG értékelésénél mindig szem előtt kell tartani azt a tényt, hogy nem ritkán az első EKG-k normálisak, vagy csak aspecifikus eltérések láthatók, és az infarktusra jellemző eltérések csak napok múlva alakulnak ki. Az esetek mintegy 20 %-ában - bár más vizsgálatokkal a miokardiális infarktus kétségtelenül igazolható - specifikus EKG eltérések nem alakulnak ki.

Másrészt az infarktusra jellemző EKG eltérések idővel csökkenhetnek, vagy eltűnhetnek; nagy statisztikák szerint az infarktus után 1 évvel az esetek kb. 30 %-ában EKG alapján a lezajlott infarktusra következtetni nem lehet.

Problémát jelenthet más betegségek EKG képének elkülönítése a miokardiális infarktus által okozottól. Az alábbiakban ezért ezek közül néhány fontosabb felsorolása látható.