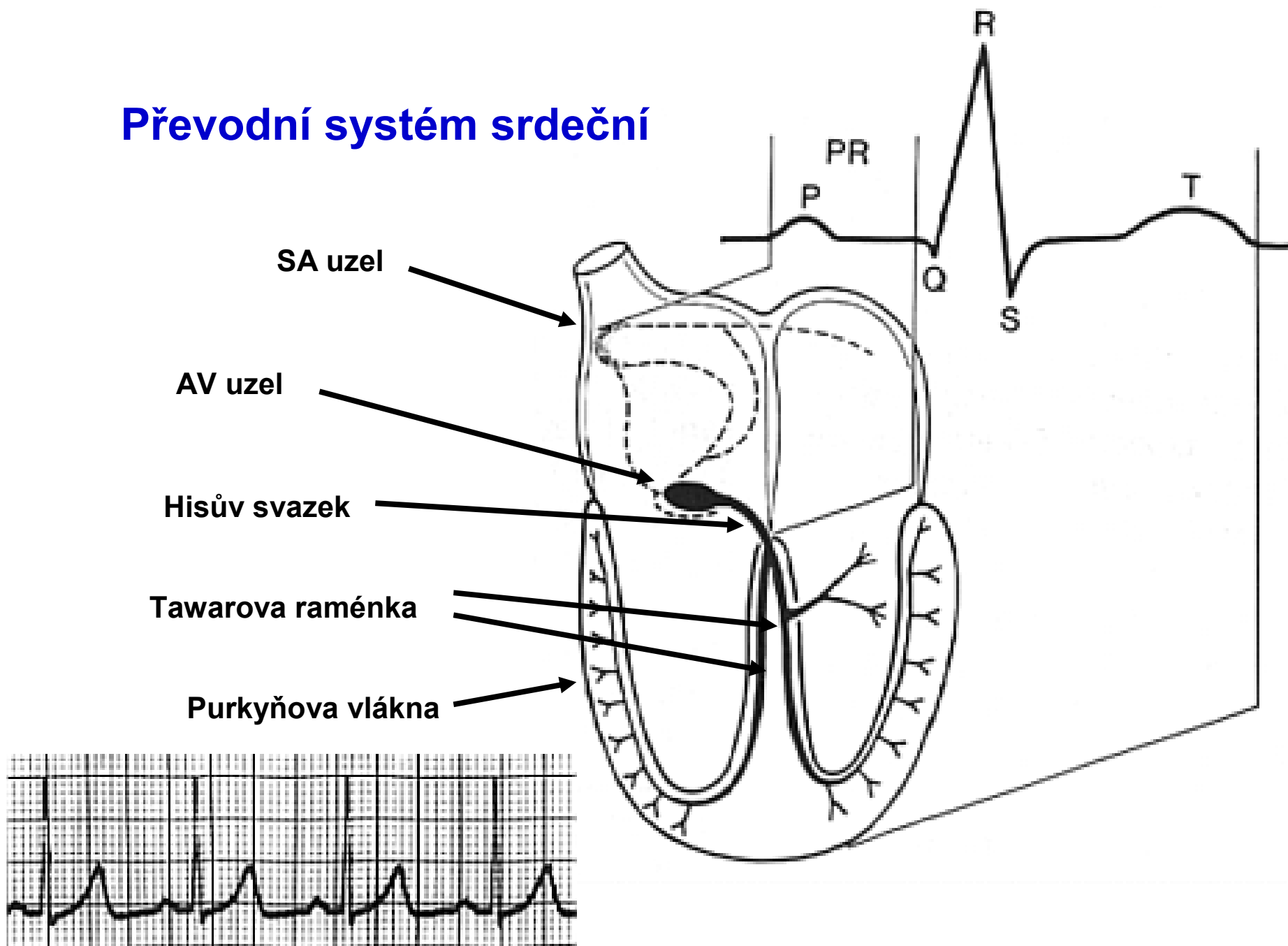


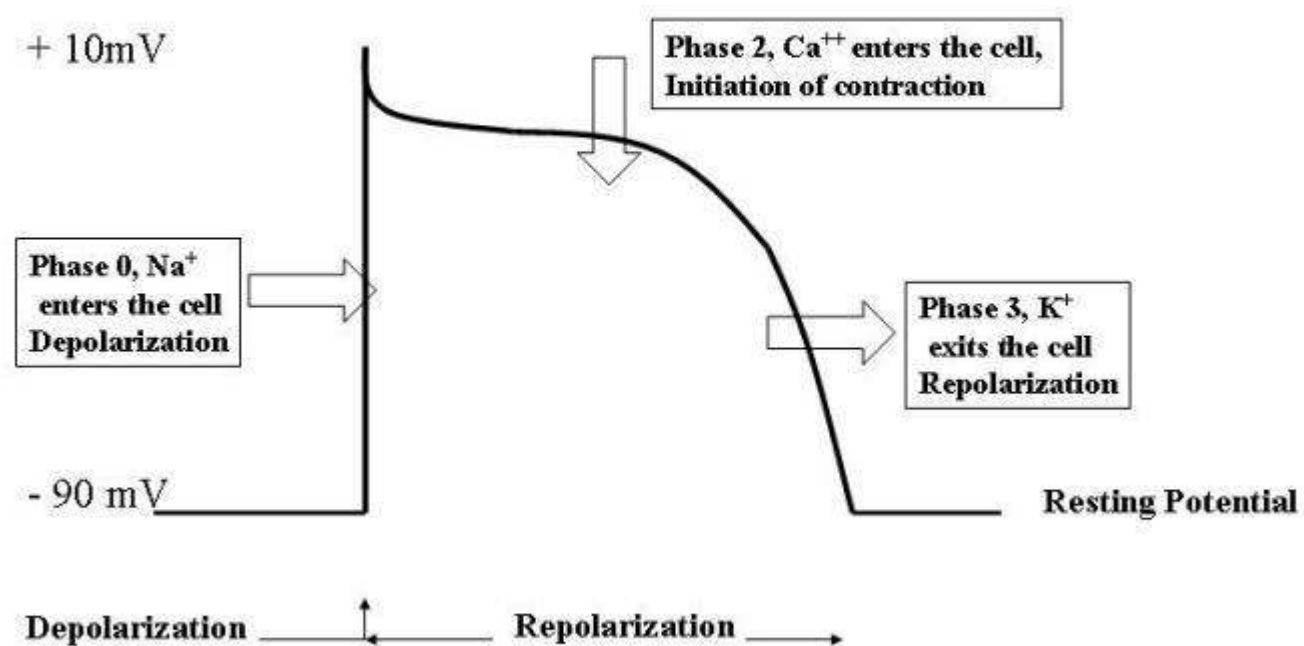
EKG VYŠETŘENÍ

Ústav patologické fyziologie

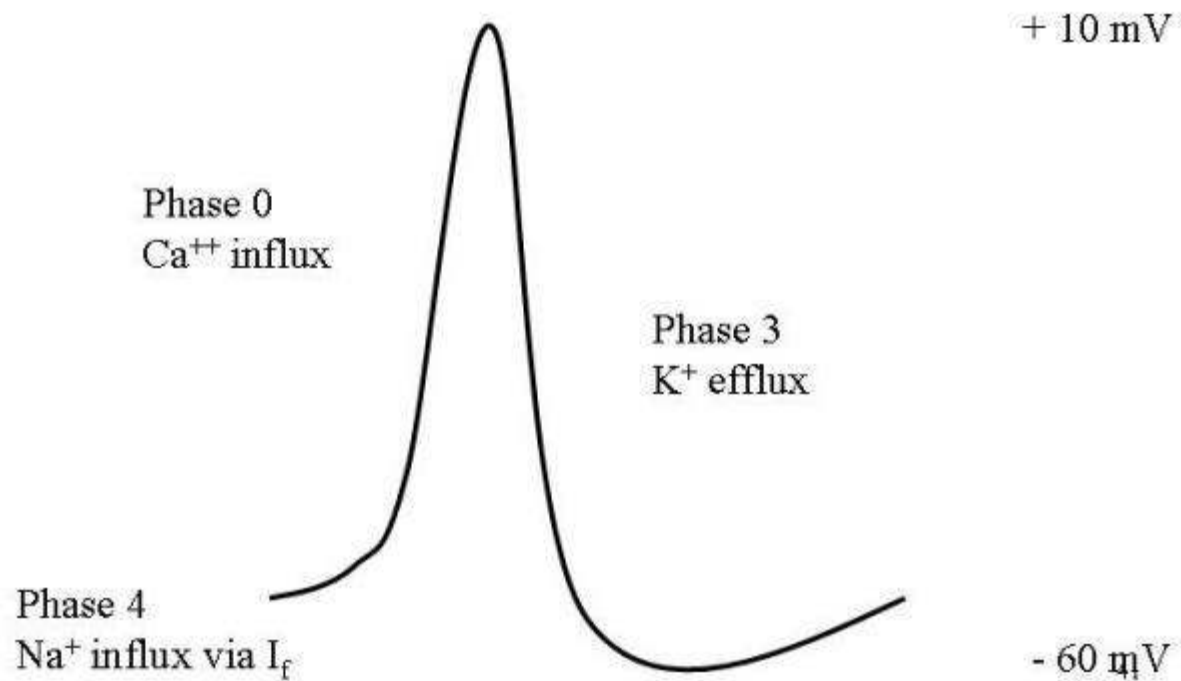
Převodní systém srdeční

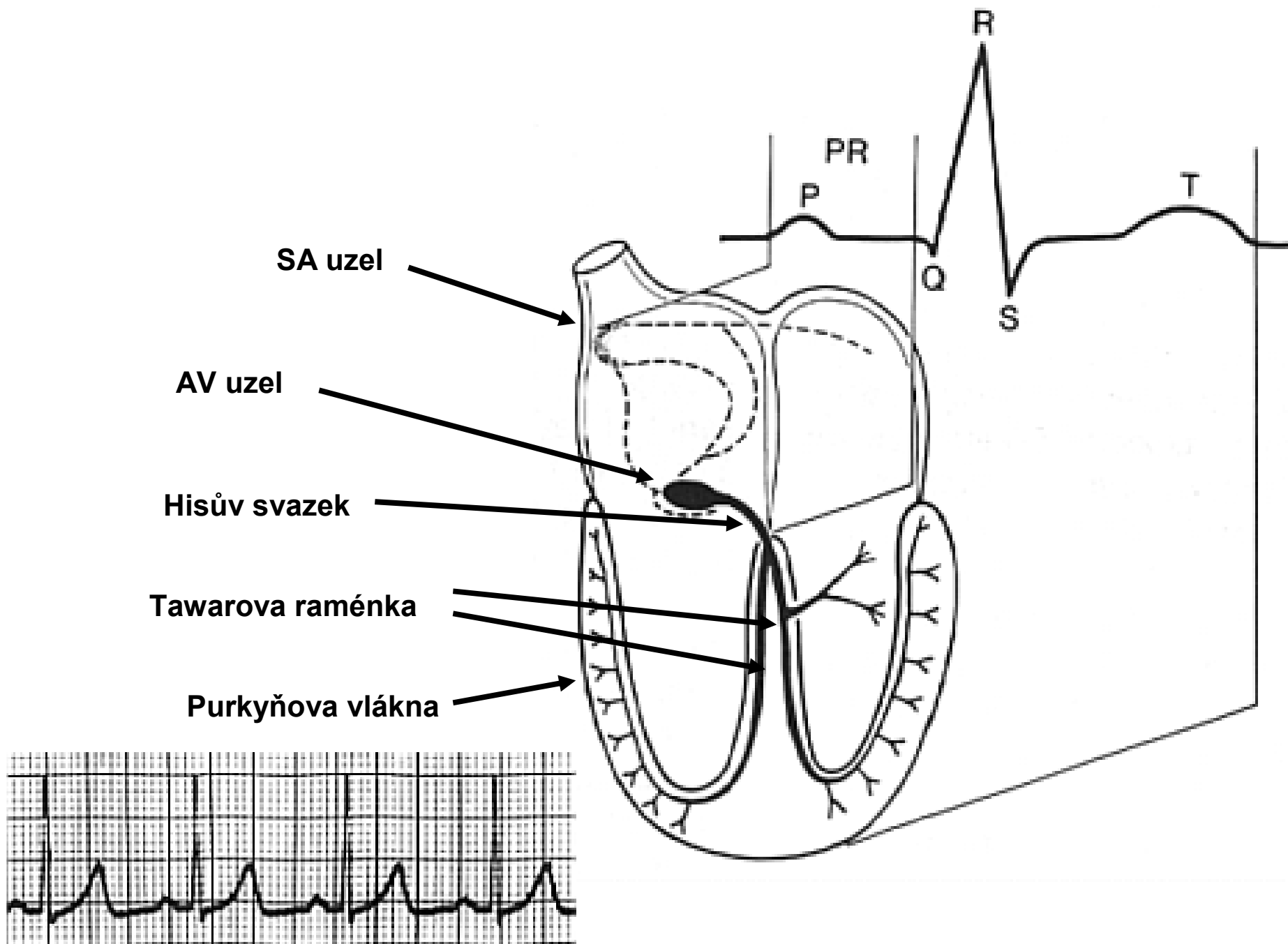


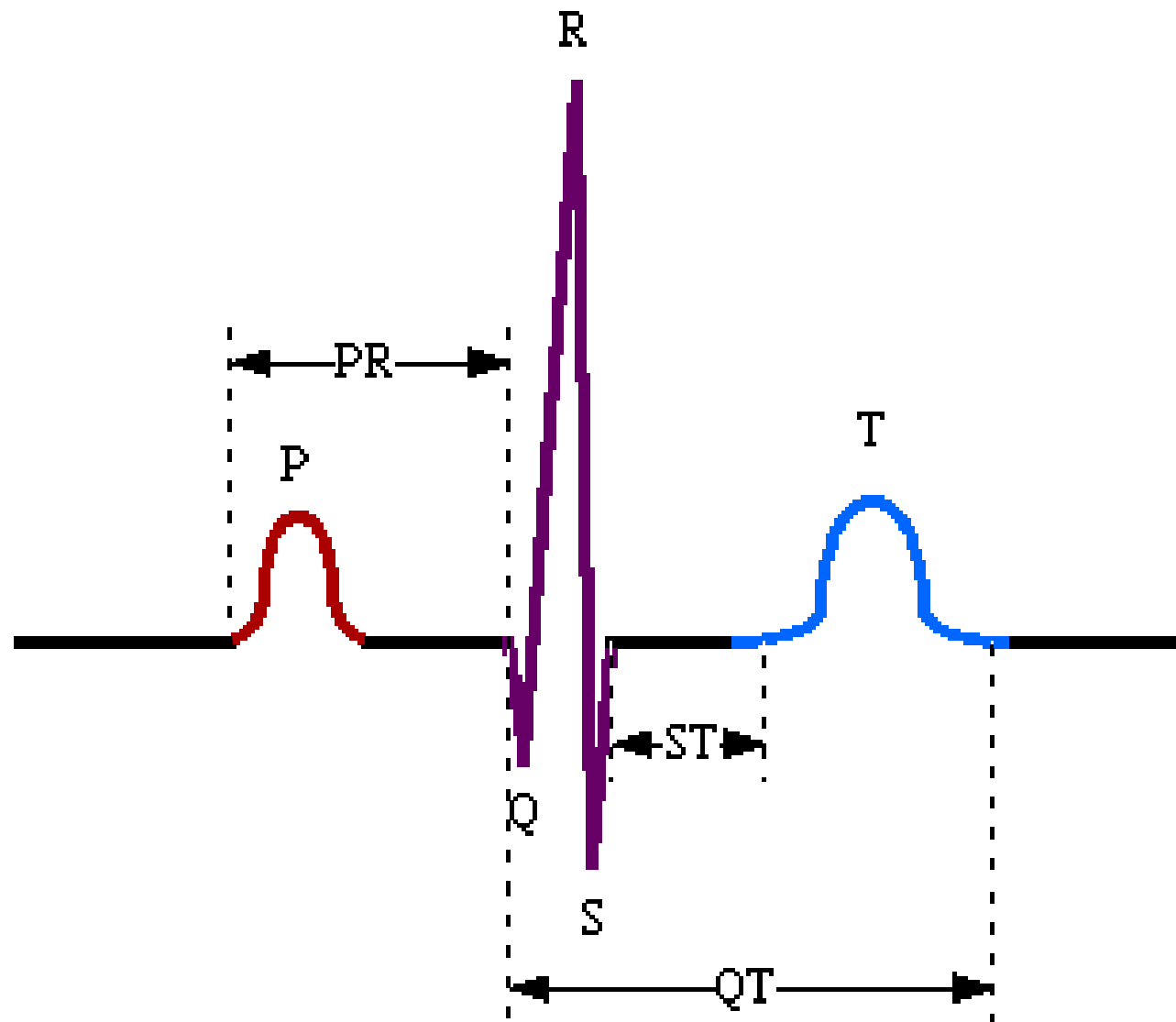
Monophasic Action Potential (Cardiac Muscle Cell)



Monophasic Action Potential (Cardiac Pacemaker Cell)

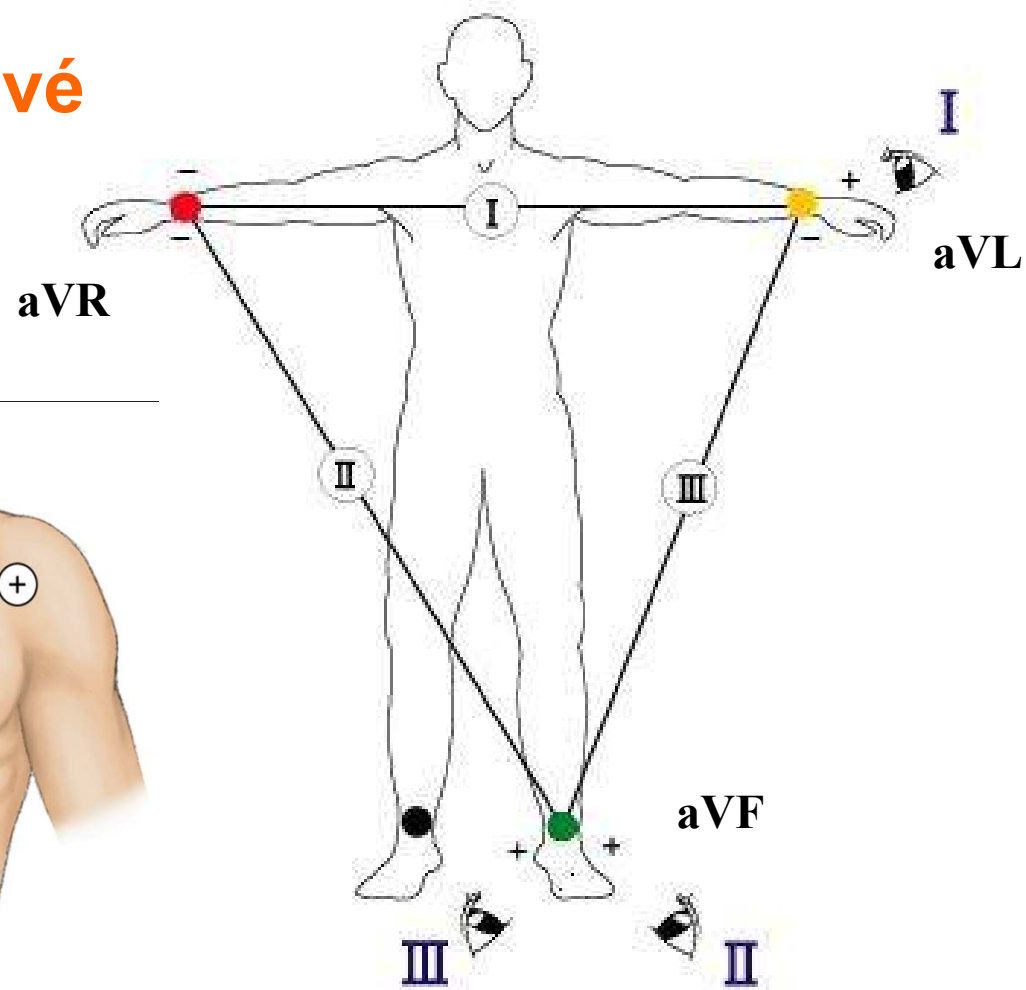
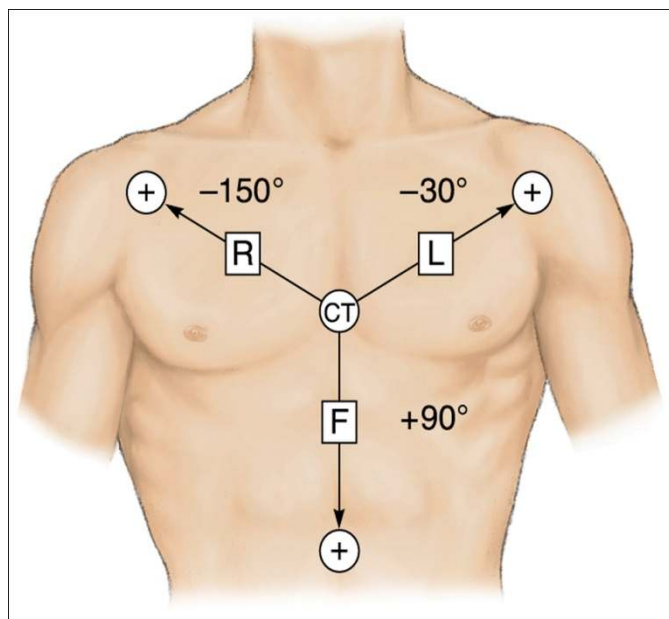






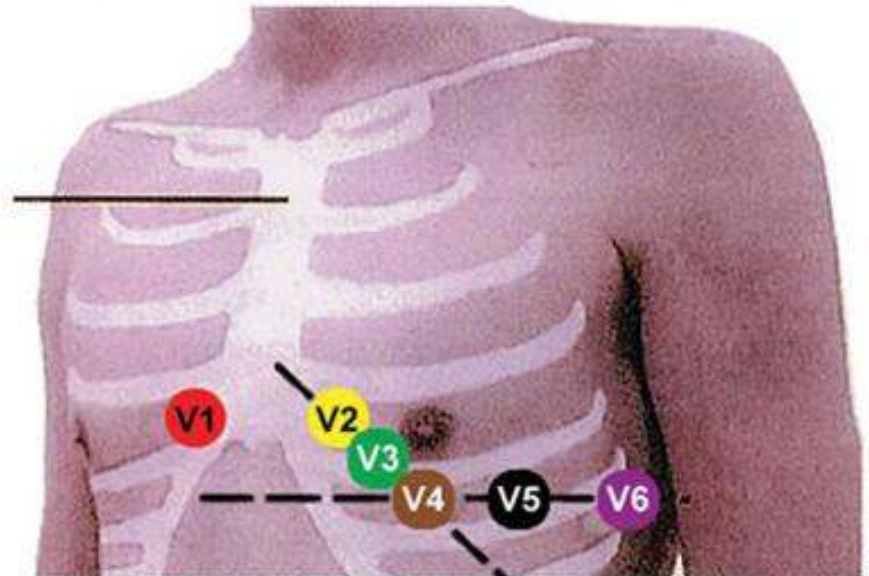
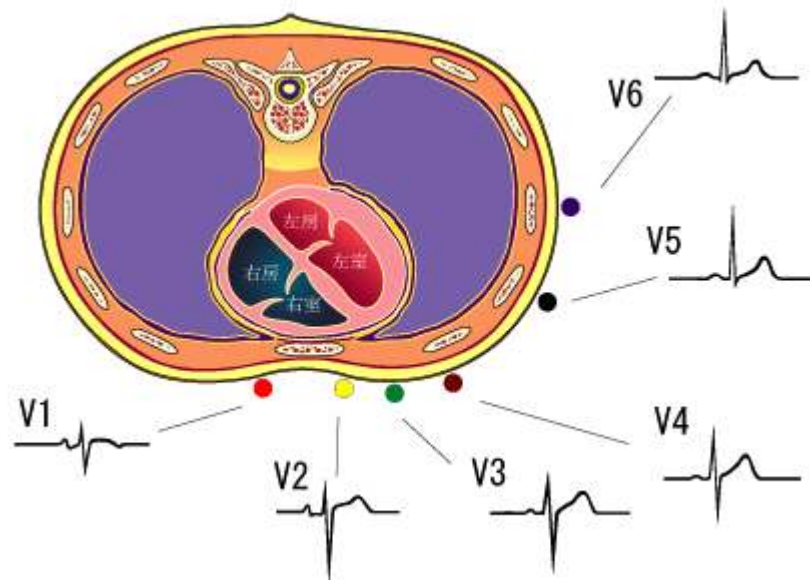
12 svodové EKG

Končetinové svody

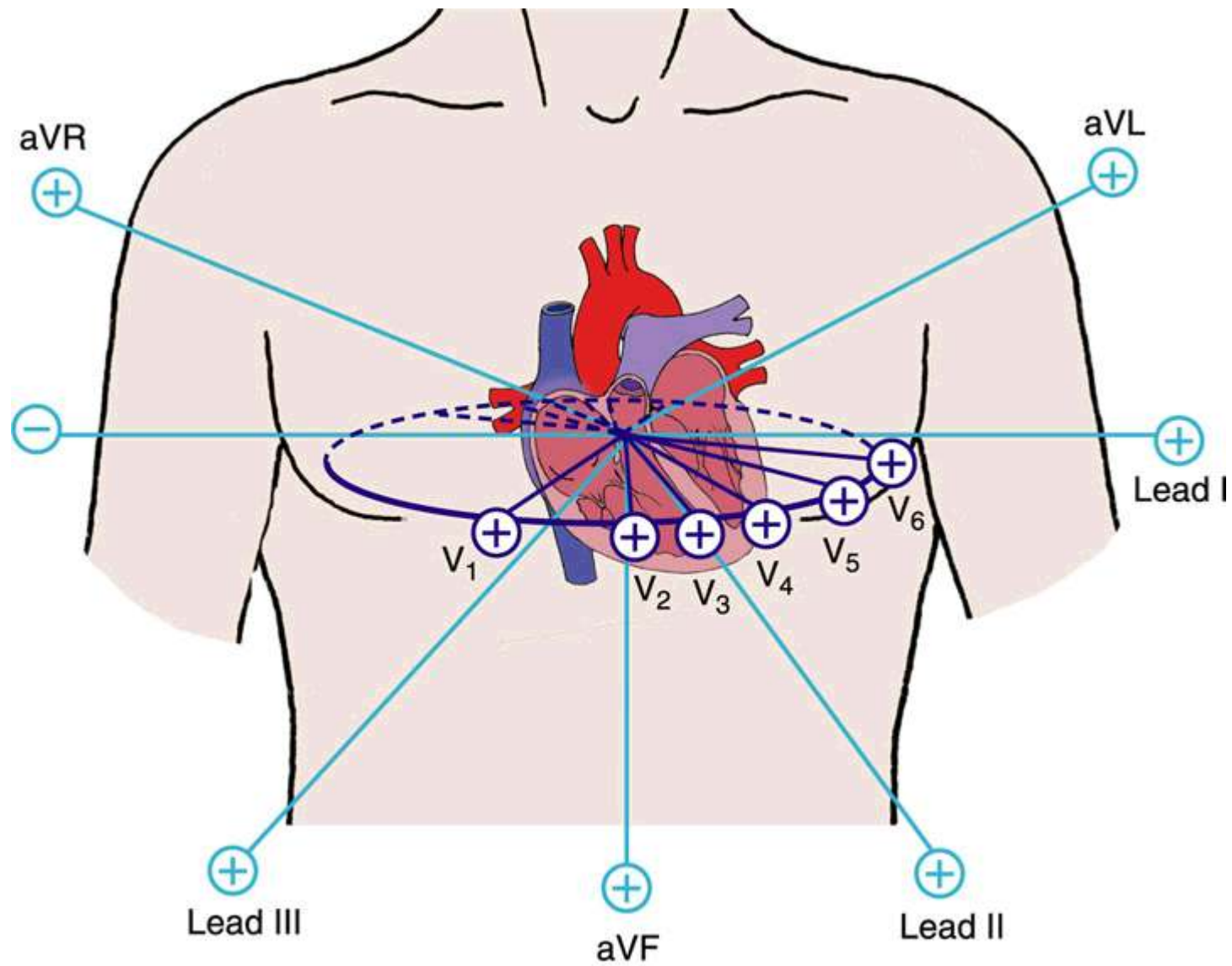


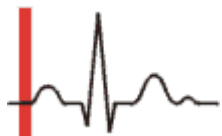
12 svodové EKG

Hrudní svody

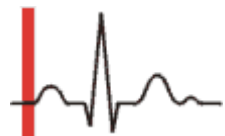


12 svodové EKG

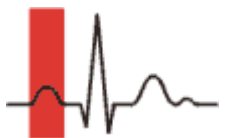




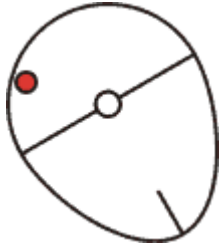
vznik impulsu v SA uzlu



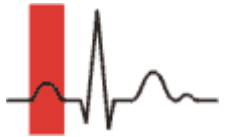
vznik impulsu v SA uzlu



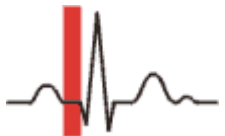
depolarizace síní



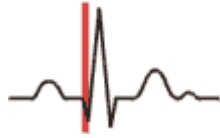
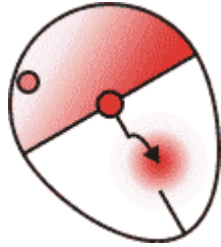
vznik impulsu v SA uzlu



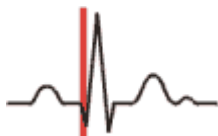
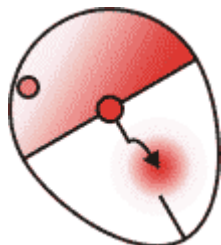
depolarizace síní



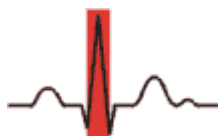
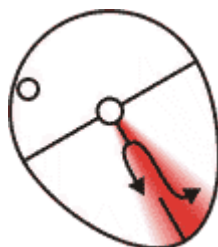
**depolarizace AV uzlu a
Hisova svazku**



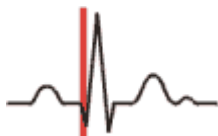
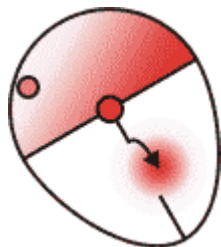
depolarizace septa



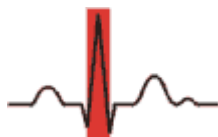
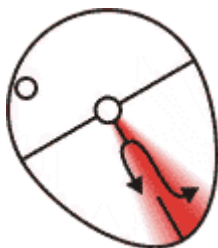
depolarizace septa



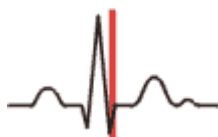
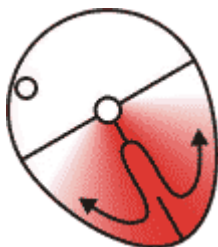
**časná fáze depolarizace
komor**



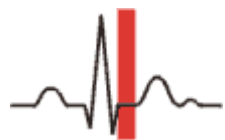
depolarizace septa



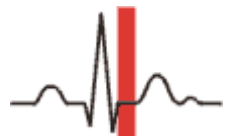
**časná fáze depolarizace
komor**



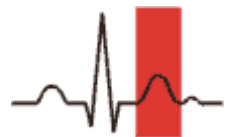
**pozdní fáze depolarizace
komor**



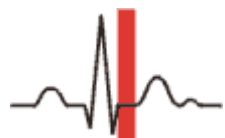
systola komor



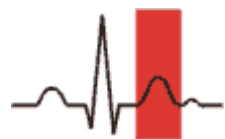
systola komor



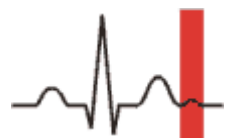
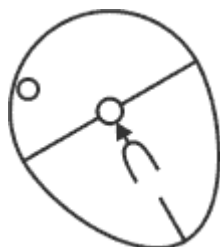
repolarizace komor



systola komor



repolarizace komor



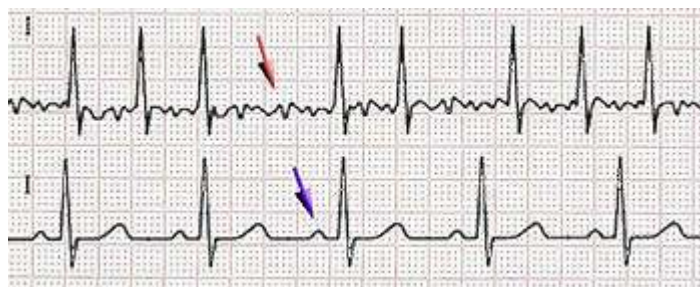
**repolarizace Hisova
svazku**

Hodnocení EKG křivky

- 1) Srdeční akce (pravidelná/nepravidelná)
- 2) Srdeční rytmus (sinusový/nodální/idioventrikul/..)
- 3) Frekvence
- 4) Elektrická osa srdeční
- 5) Intervaly PR, QT
- 6) Komplex QRS, kmit Q
- 7) Úsek ST
- 8) Vlna T, U

Srdeční akce

- Pravidelná / nepravidelná



Fibrilace síní

vlny P nahrazeny fibrilačními vlnkami,
nepravidelná srdeční akce - převod na komory
zcela nepravidelný, komplexy QRS štíhlé (k
aktivaci komor dochází normální cestou)

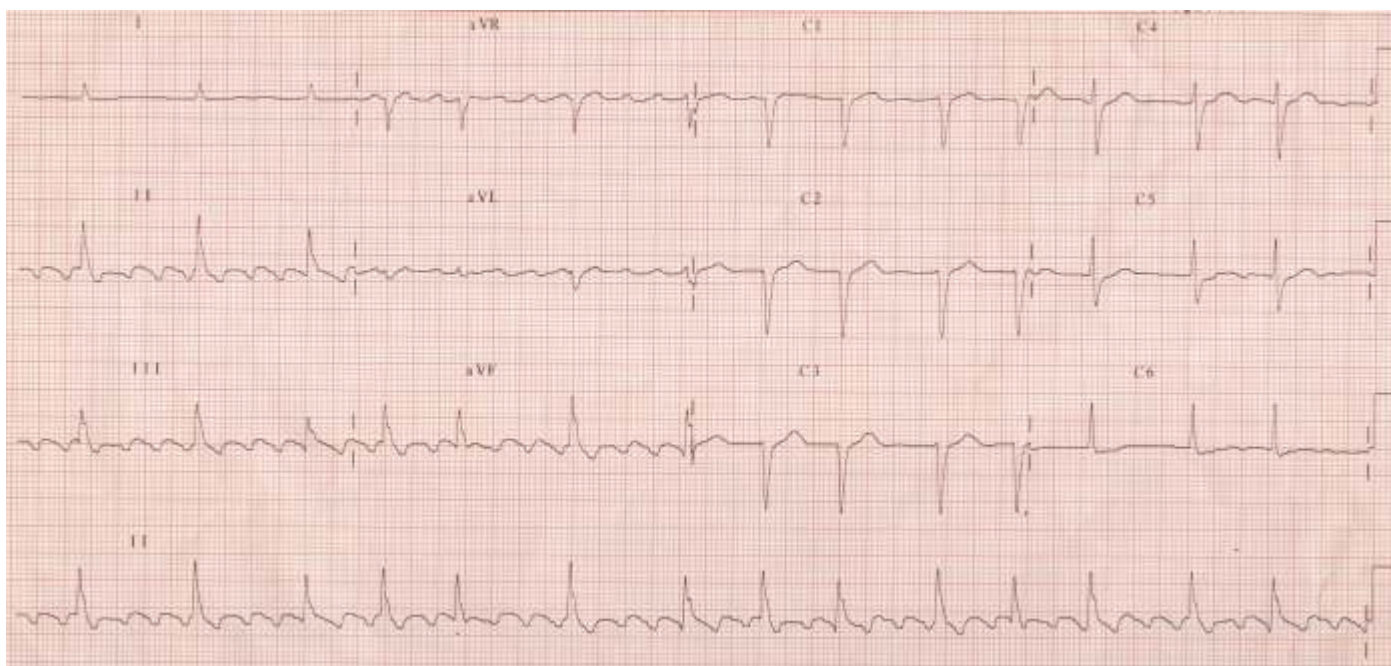
Srdeční rytmus

Fyziologicky dochází ke tvorbě vzruchů v SA uzlu = přirozený pacemaker (nejrychlejší spontánní diastolická depolarizace, hodnota klidového potenciálu nejbližší spouštěcí úrovni)

- Sinusový
- Nodální
- Idioventrikulární
- Fibrilace síní/ flutter síní/.....

Srdeční rytmus

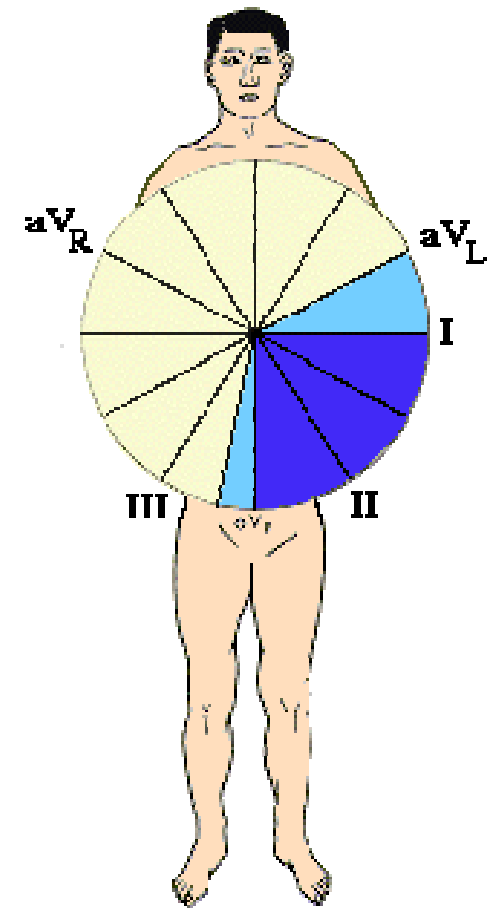
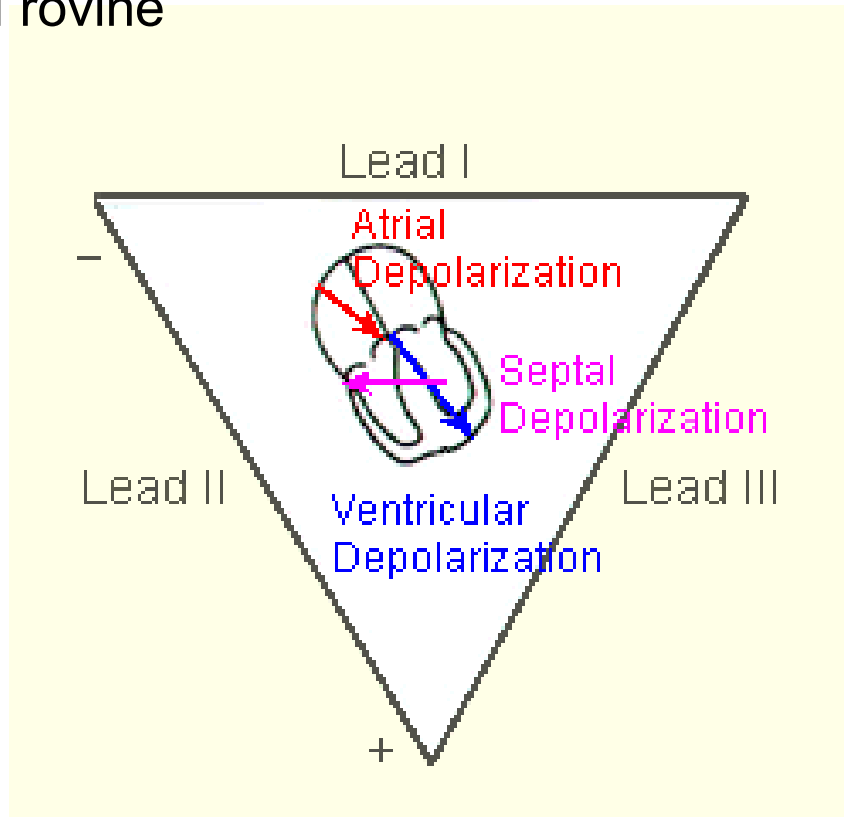
Flutter síní



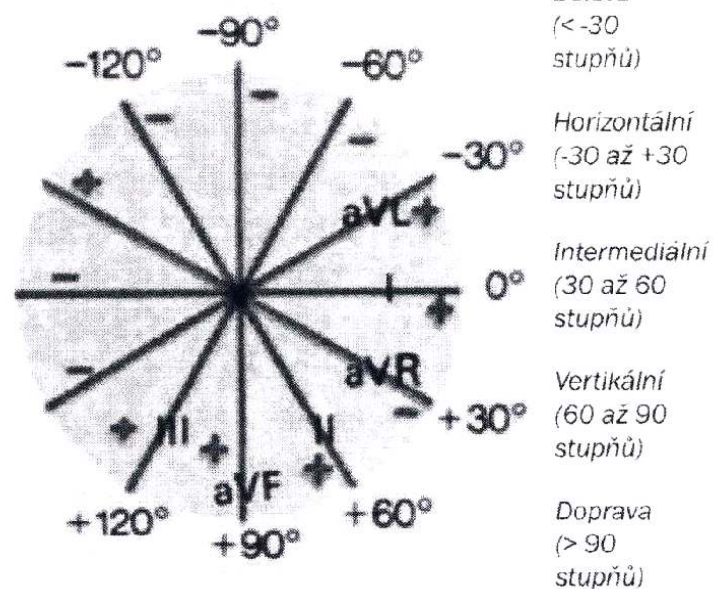
EKG : rychlá síňová aktivita s typickou morfologií flutterových vln, převod na komory bývá většinou blokován v AV uzlu – výsledná frekvence komplexů QRS k frekvenci flutterových vln v určitém poměru (2:1, 3:1,..), srdeční akce pravidelná, komplexy QRS štíhlé

Osa srdeční

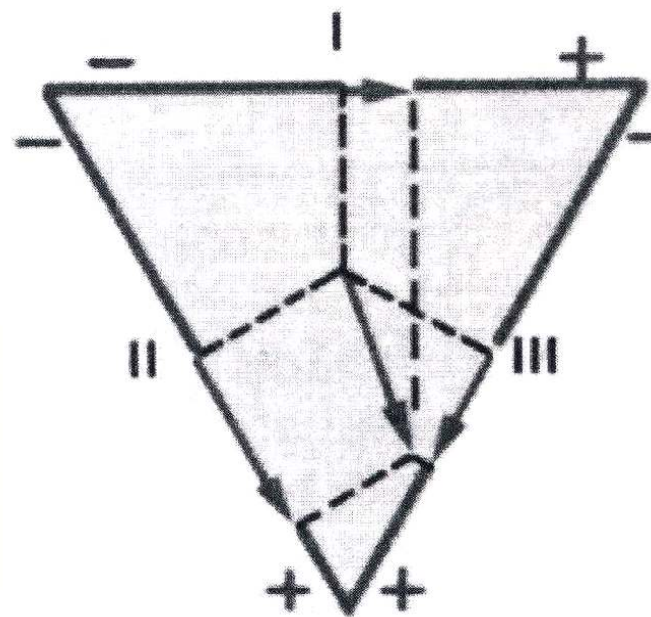
Elektrická osa srdeční = výsledný vektor depolarizace komorového myokardu ve frontální rovině



- 30° až + 90°



Obr. 1: Polohy elektrické osy srdeční. Jsou zobrazeny názvy a polarita končetinových EKG svodů zobrazujících maximální výchylku QRS komplexu při dané orientaci srdeční osy.

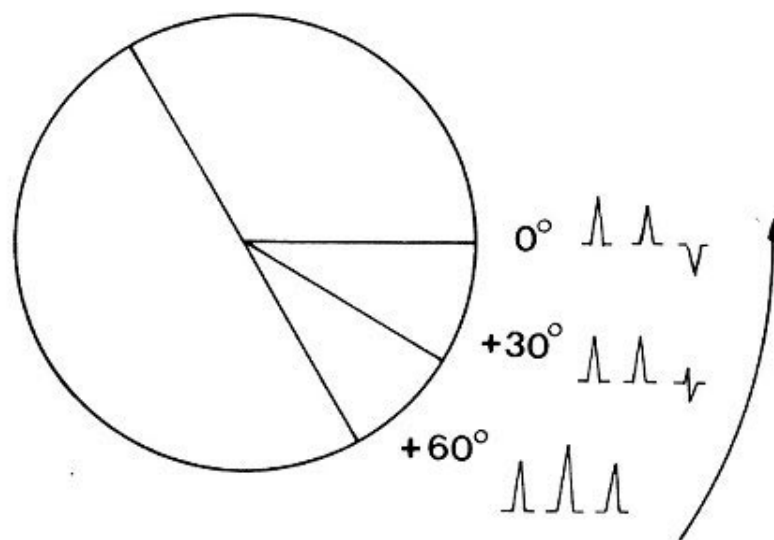


Obr. 2: Einthovenův trojúhelník – svody II a III mají pozitivní polaritu kaudálně, svod I má pozitivní polaritu vpravo (pacientova levá ruka). Znázorněny amplitudy a polarita maximálních výchylek komplexů QRS v jednotlivých svodech a jejich výsledná projekce do elektrické osy srdeční.

Tab. 1: Polarita maximálních výchylek QRS komplexu v bipolárních končetinových svodech ve vztahu k ose srdeční

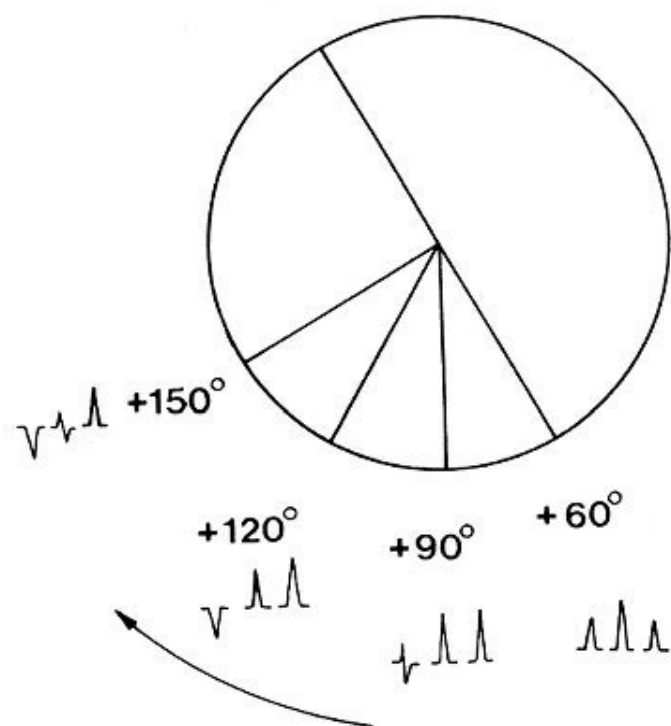
	Intermediální	Horizontální	Semivertikální	Doleva	Doprava	Extrémní
Svod I	+	+	+ -	+	-	-
Svod II	+	+ -	+	-	+	-
Svod III	+	-	+	-	+	-

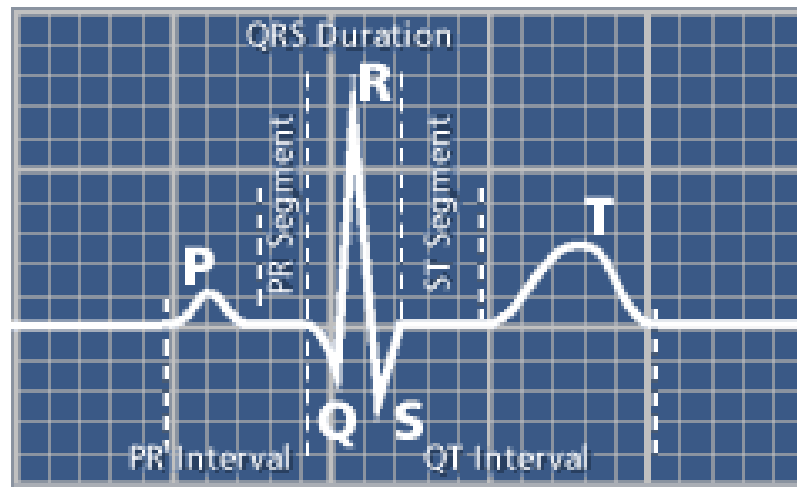
Λ	Λ	Λ	+60°
Λ	Λ	↑	+30°
Λ	Λ	∇	0°
Λ	↑	∇	-30°
Λ	∇	∇	-60°
↑	∇	∇	-90°
∇	∇	∇	-120°



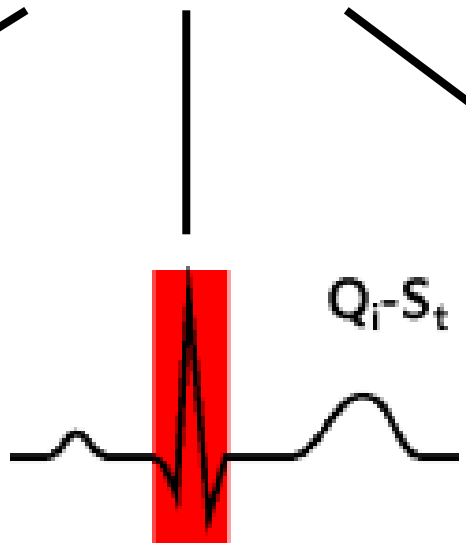
I II III

Λ	Λ	Λ	+60°
↑	Λ	Λ	+90°
∇	Λ	Λ	+120°
∇	↑	Λ	+150°
∇	∇	Λ	±180°
∇	∇	↑	-150°
∇	∇	∇	-120°

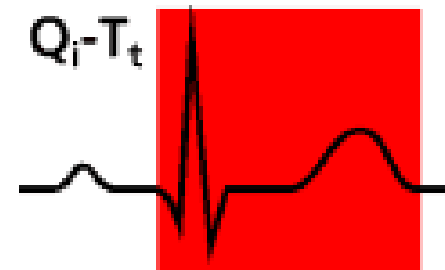




PR (PQ) interval
(0,12 - 0,20 s)

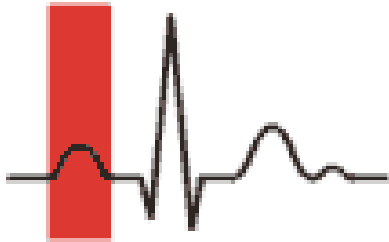


QRS komplex
(0,04 - 0,12 s)



QTc interval
(do 0,44 s)

Vlna P



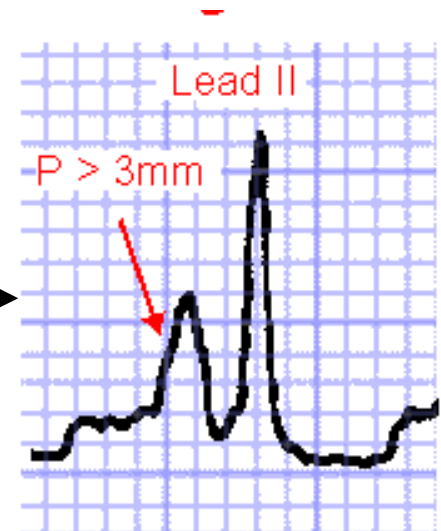
Depolarizace síní

Fyziologie:

- pozitivní směr (ve svodu I může být bifazická)
- kratší než 0,11 s a nižší než 2,5 mm

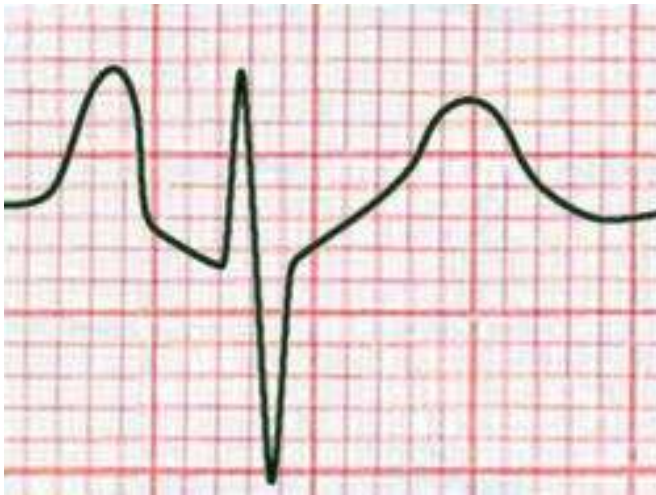
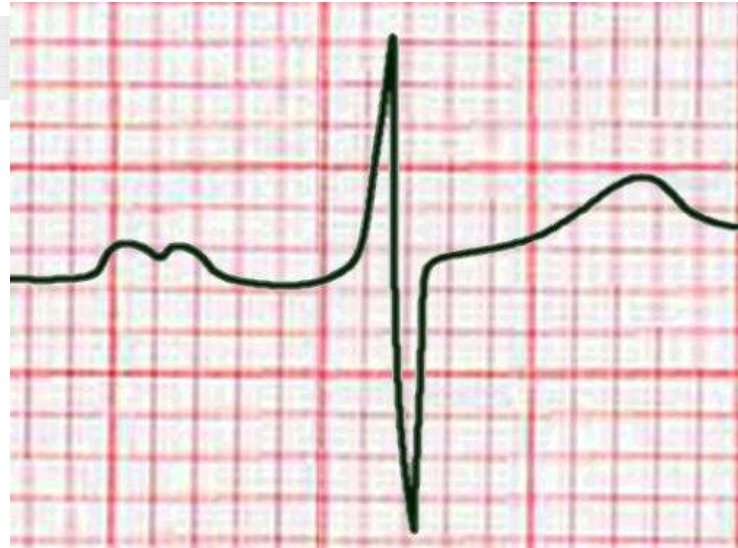
Patologie:

- hypertrofie levé nebo pravé síně
- abnormální směr vedení
- ektopické vzruchy (SVES)



Vlna P

P mitrale



Vysoká vlna P při hypertrofii síní

Interval PR (PQ)



Fyziologické zdržení postupu vzruchu ze síní na komory v oblasti junkce

0,12 - 0,20 s

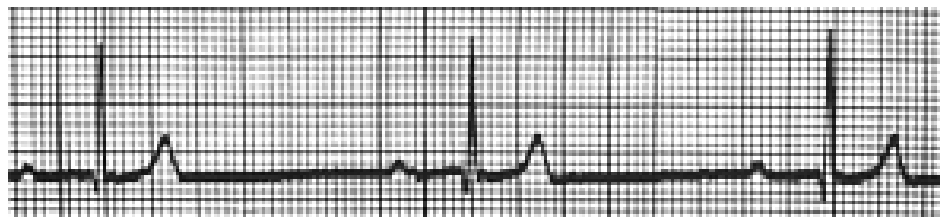
Fyziologický význam:

- 1. synchronizace systoly síní a komor**
- 2. protekční faktor bránící přestupu SV tachyarytmií na komory**

Interval PR (PQ)

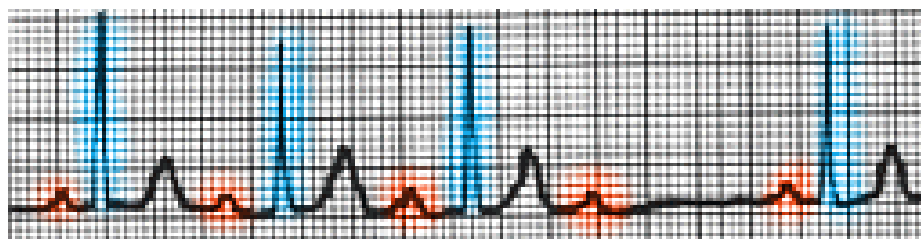
AV blok

1. st. = prodloužení PR intervalu

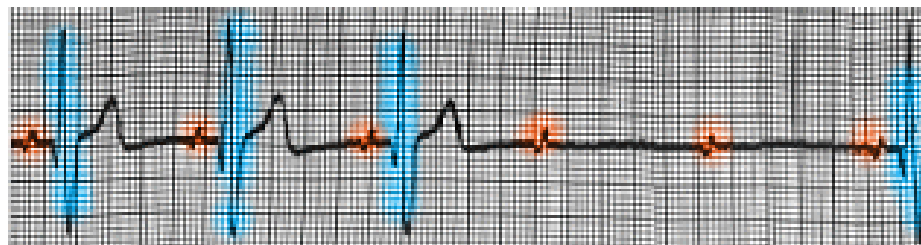


2. st. = částečná blokáda (převedeny některé vzruchy)

- Wenckenbach



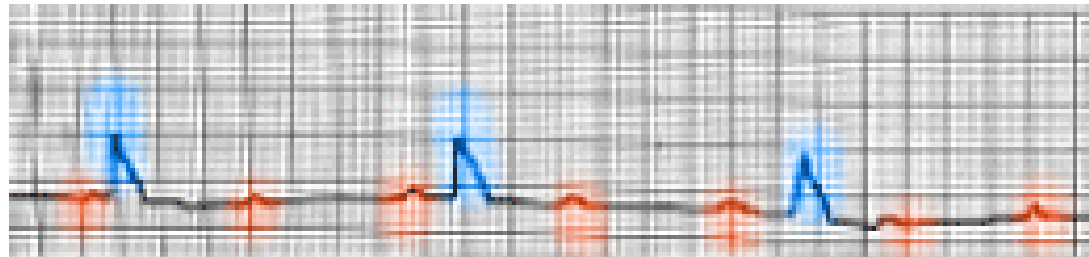
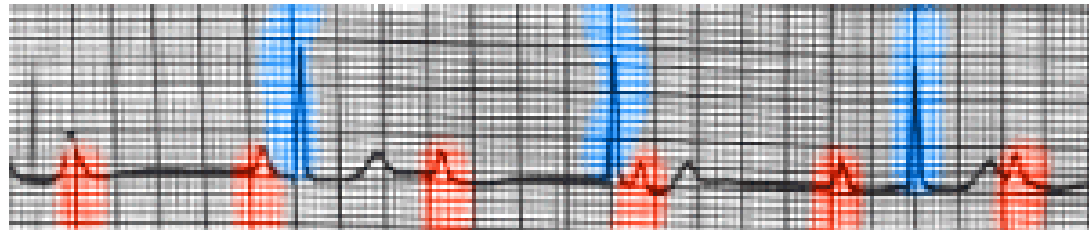
- Mobitz



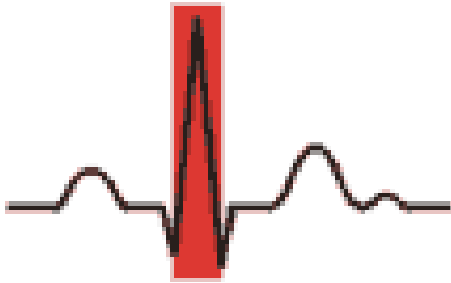
Interval PR (PQ)

AV blok

3. st. = úplná blokáda



Komplex QRS



Depolarizace komor

Fyziologie:

- délka 0,04 - 0,12 s
- Q kratší než 0,04 s a nižší než 25 % kmitu R
- Sokolowův index SV1 + RV5 do 35 mm (45 mm u mladých)
- osa depolarizace komor od -30 do +90 st.

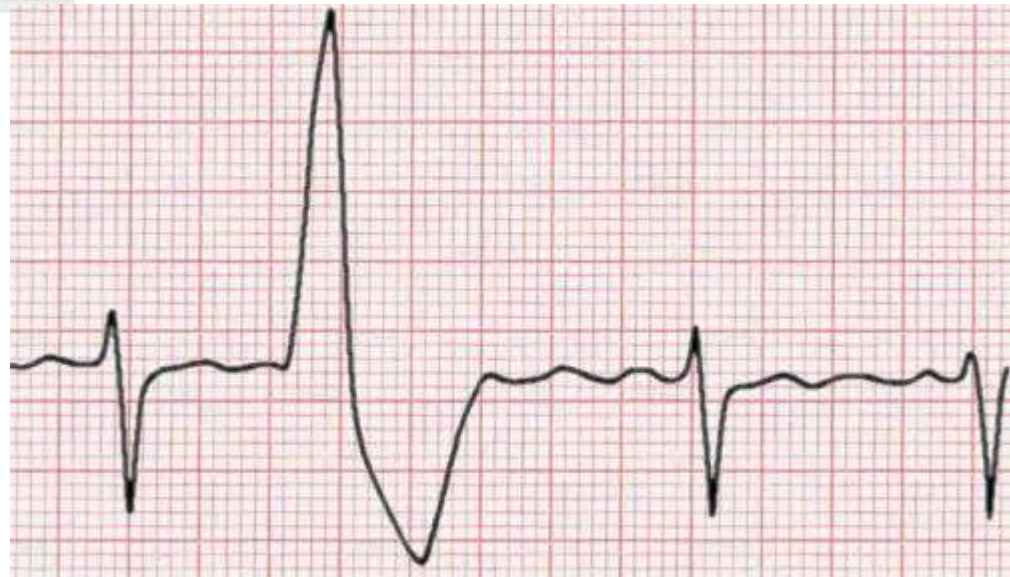
Komplex QRS

Délka a tvar komplexu určuje

1. fyziologie Hisova-Purkyňova systému, event. přítomnost aberantní dráhy

komor. extrasystoly

- QRS komplex přichází předčasně, nepředchází ho vlna P
- úplná kompenzační pauza
- QRS komplex je abnormální
- vlna T obvykle diskordantní vůči komplexu QRS



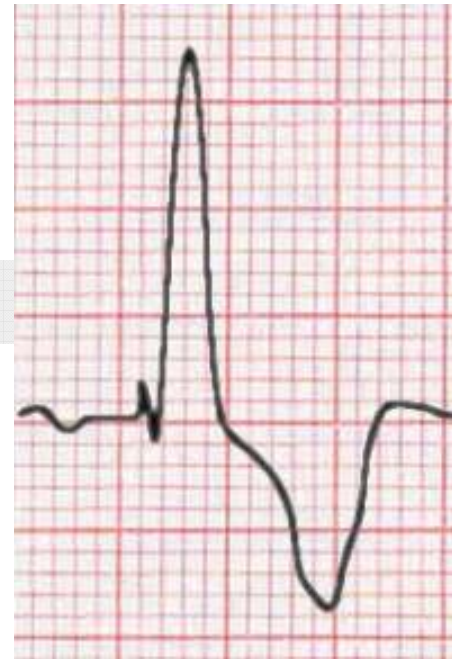
Komplex QRS

Délka a tvar komplexu určuje:

1. fyziologie Hisova-Purkyňova systému, event. přítomnost aberantní dráhy

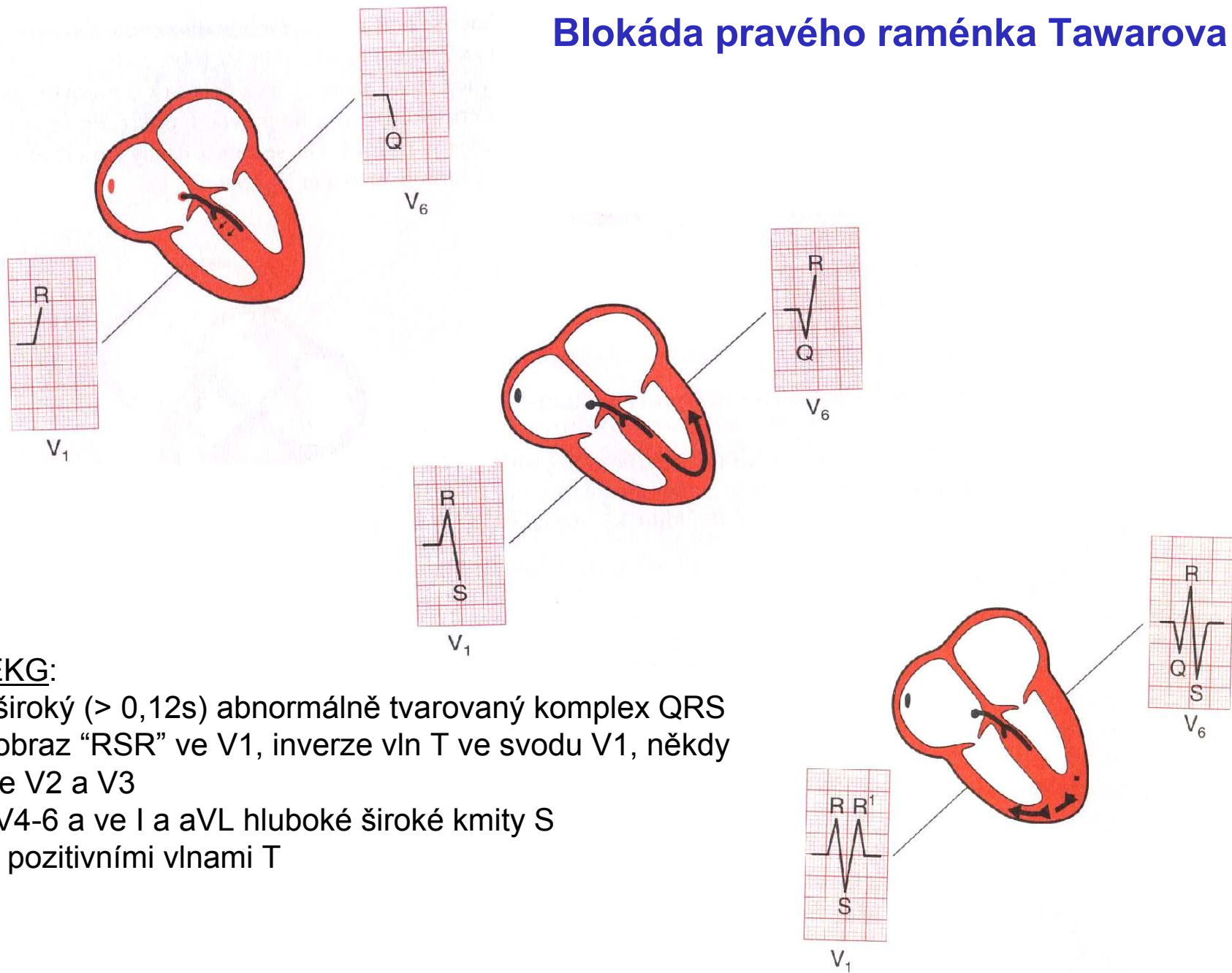
nitrokomorové bloky

blok pravého raménka Tawarova
(prodloužení QRS, rSR' ve V1, negativní T)



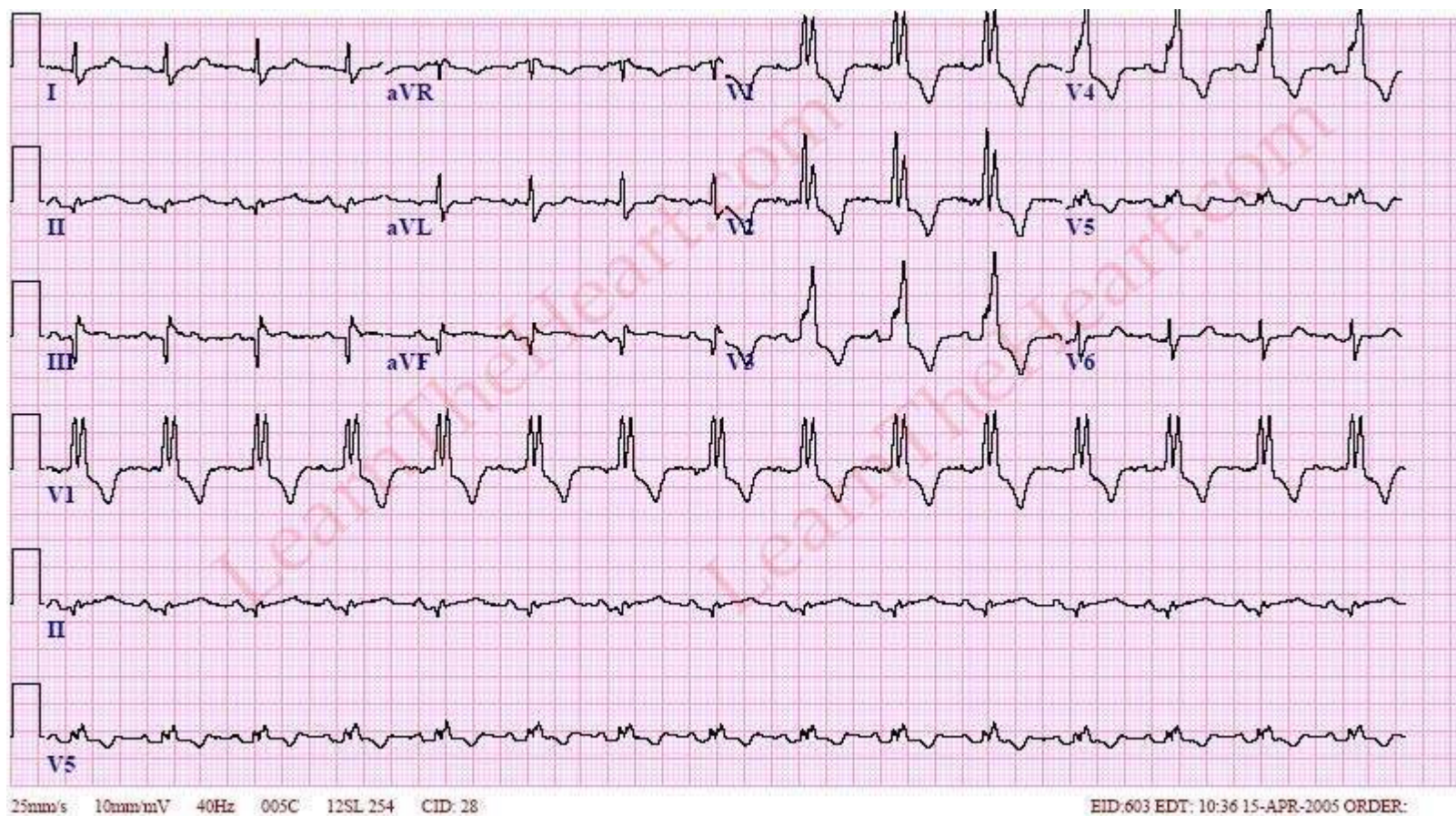
V1

Blokáda pravého raménka Tawarova



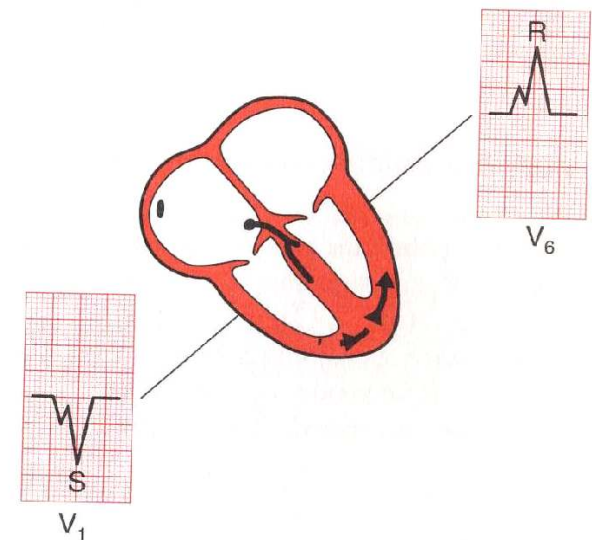
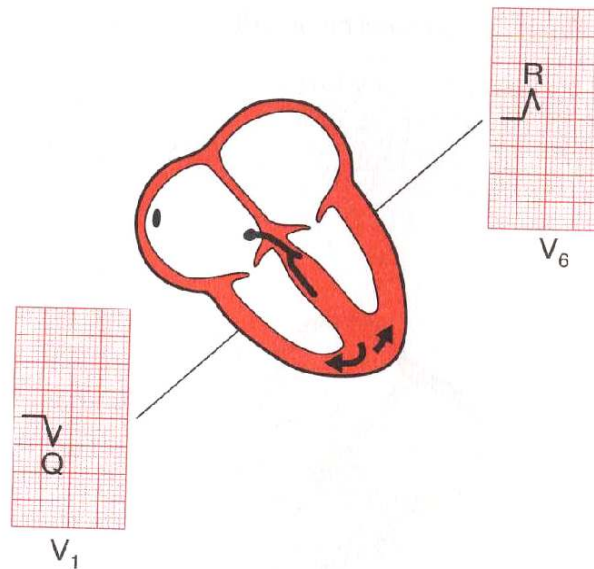
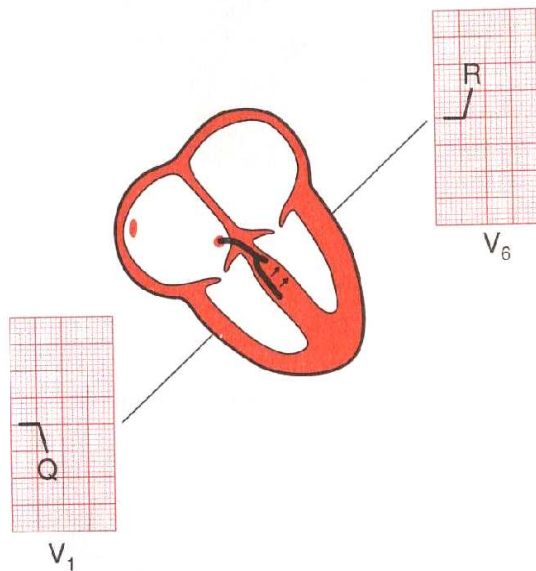
EKG:

- široký ($> 0,12s$) abnormálně tvarovaný komplex QRS
- obraz "RSR" ve V1, inverze vln T ve svodu V1, někdy ve V2 a V3
- V4-6 a ve I a aVL hluboké široké kmity S s pozitivními vlnami T



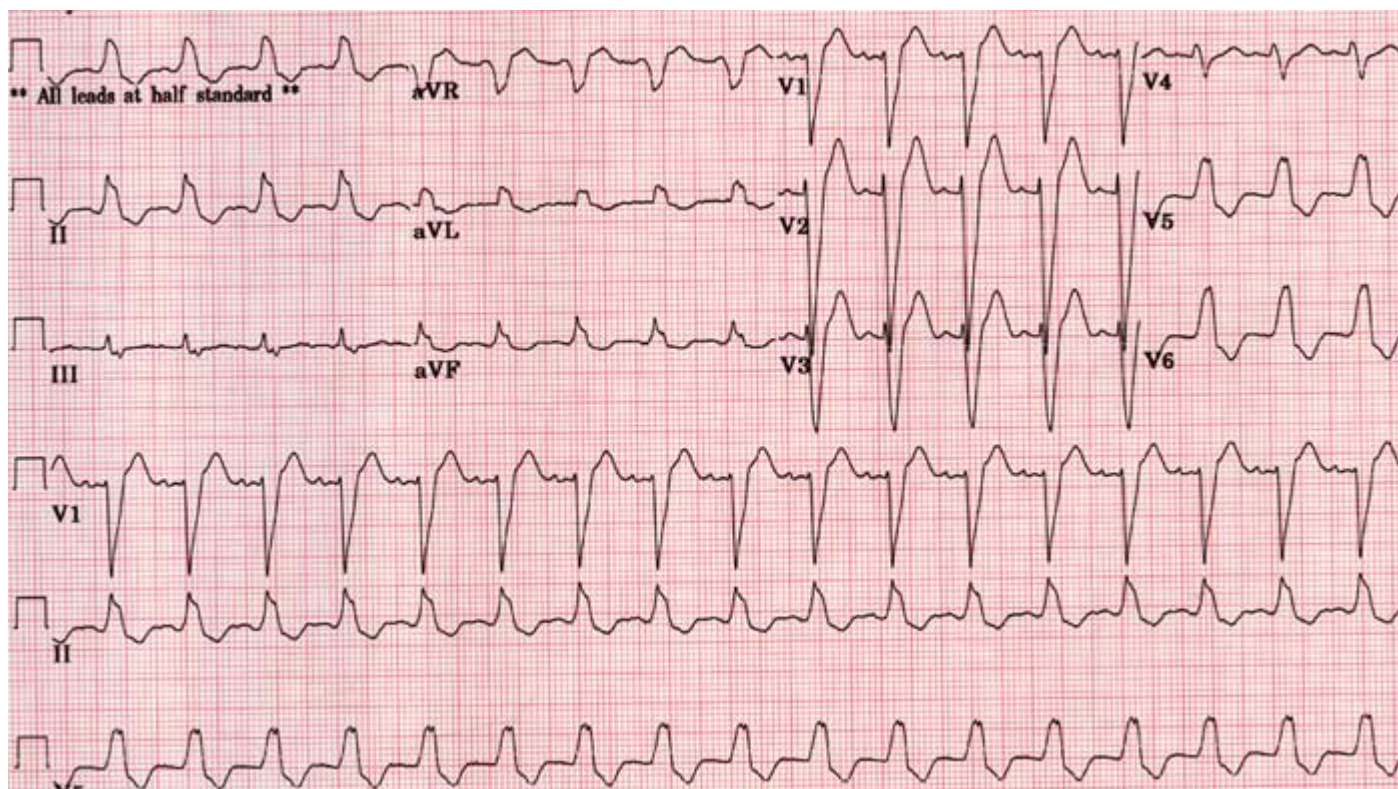
Blok pravého raménka Tawarova

Blokáda levého raménka Tawarova



EKG:

- široký ($> 0,12s$) abnormálně tvarovaný komplex QRS
- komplex QRS tvar "M" ve V6, (někdy V5, V4)
- inverze vln T ve svodech I, aVL, V5-V6,
- V1, často i V2 často výrazný kmit QS s elevací ST a pozitivní vlnou T



Blok levého raménka Tawarova

Komplex QRS

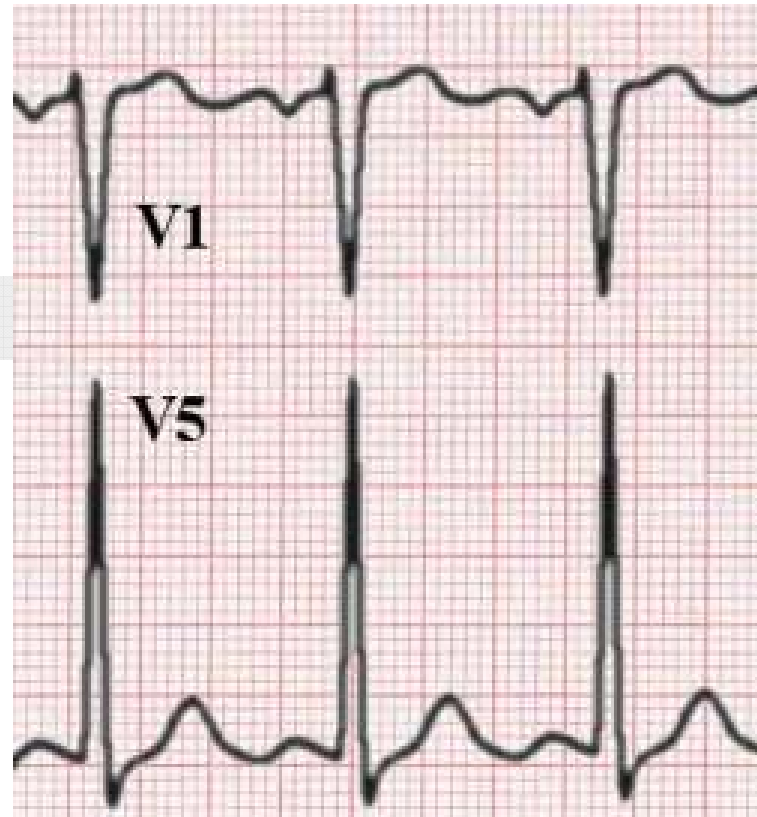
Délka a tvar komplexu určuje:

2. objem myokardu

hypertrofie LK

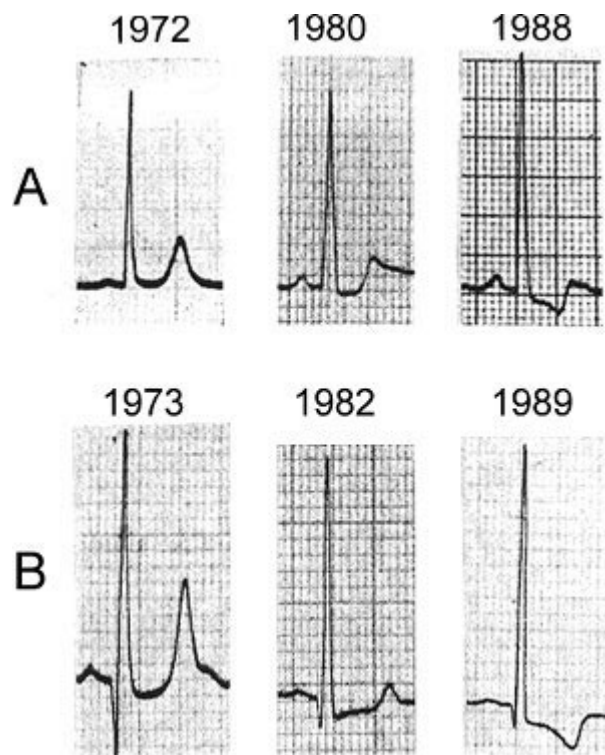
hypertrofie PK

kardiomyopatie



Hypertrofie levé komory

- voltážová kritéria kmitů R a S =hlavní kritéria hypertrofie LK
- Sokolowův index - SV1 + RV5 do 35 mm (45 mm u mladých)
- snížení bodu J, nahoru, konvexní úsek S–T, asymetrická (preterminální) inverze vln T

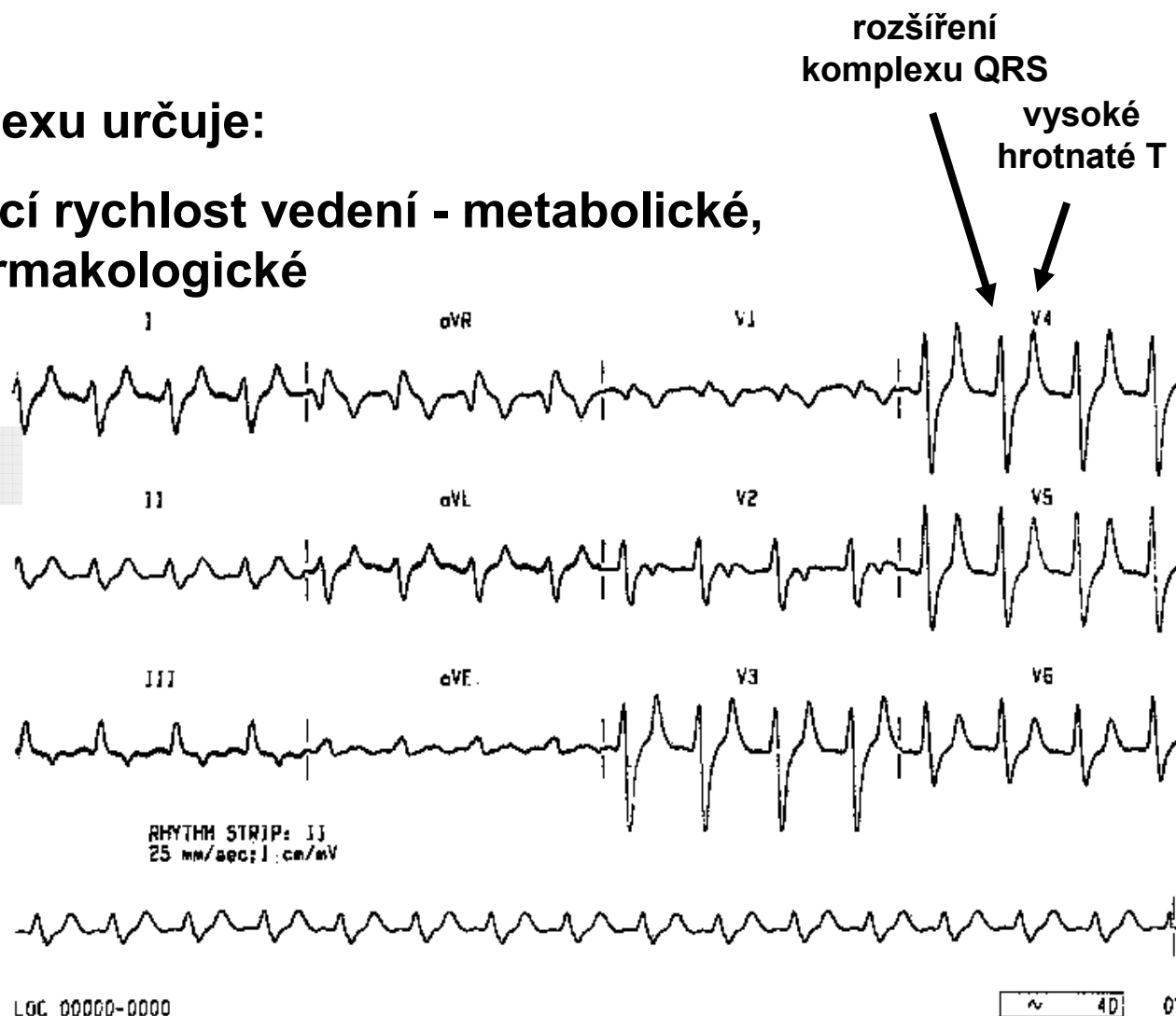


Komplex QRS

Délka a tvar komplexu určuje:

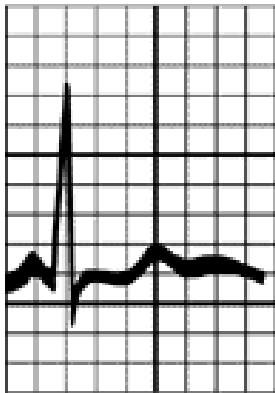
3. faktory ovlivňující rychlost vedení - metabolické, hormonální a farmakologické

hyperkalémie

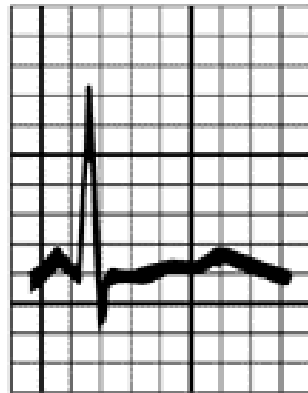


Vliv K^+ na převodní systém

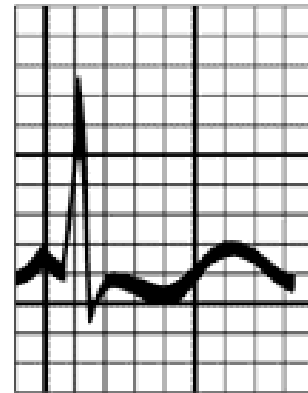
Hypokalemia



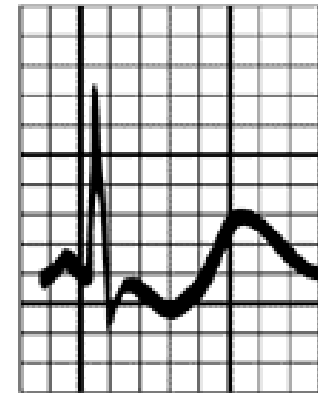
2.8



2.5

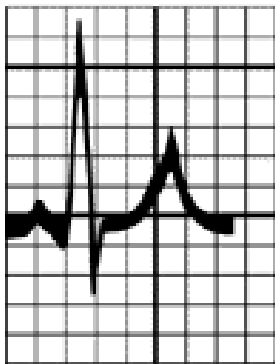


2.0

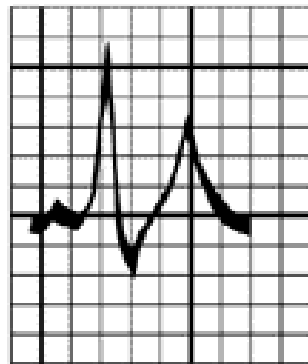


1.7

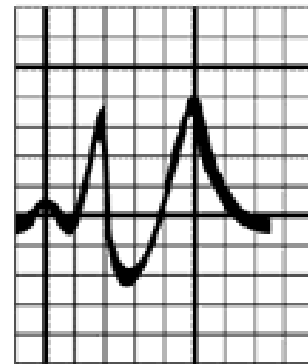
Hyperkalemia



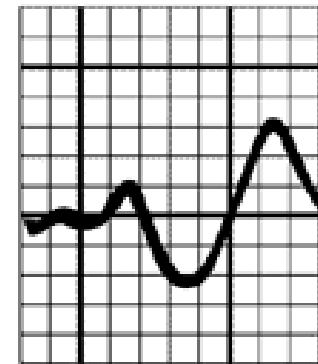
6.5



7.0



8.0



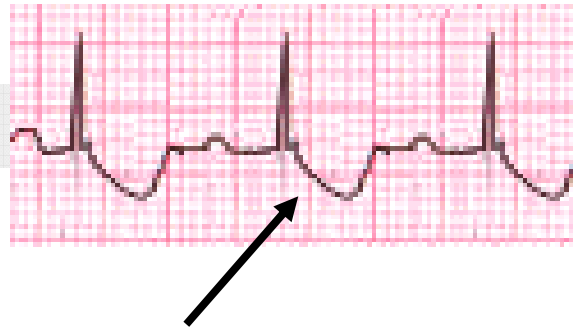
9.0

Komplex QRS

Délka a tvar komplexu určuje:

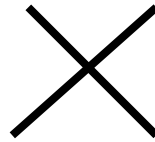
3. faktory ovlivňující rychlost vedení - metabolické, hormonální a farmakologické

digoxin



Komplex QRS

Prodloužení



Zkrácení

hypertrofie LK, PK

**difuzní alterace
(amyloid, fibróza)**

hyperkalémie, digoxin

**arteficiální faktory
(obezita, hydroperikard)**

**nitrokomorové bloky
VES**

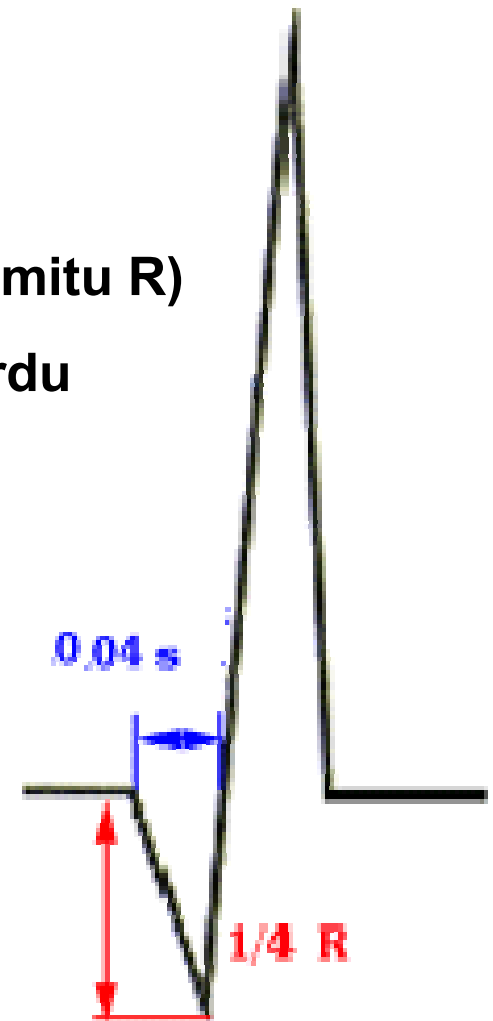
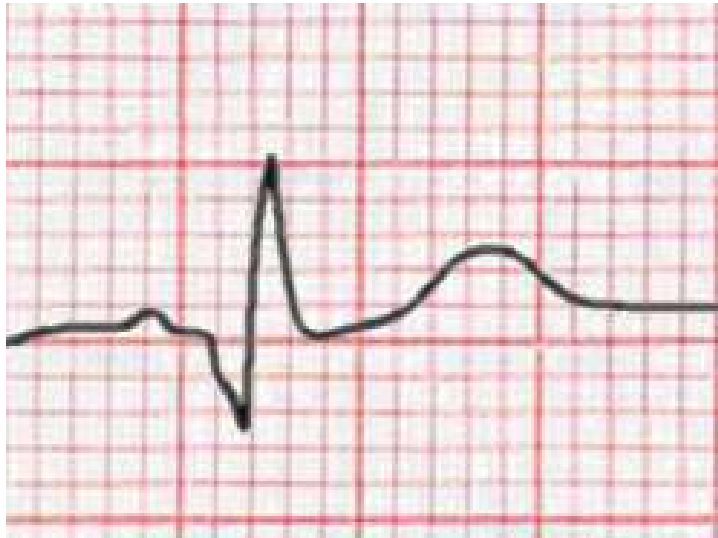
Komplex QRS

Patologické Q

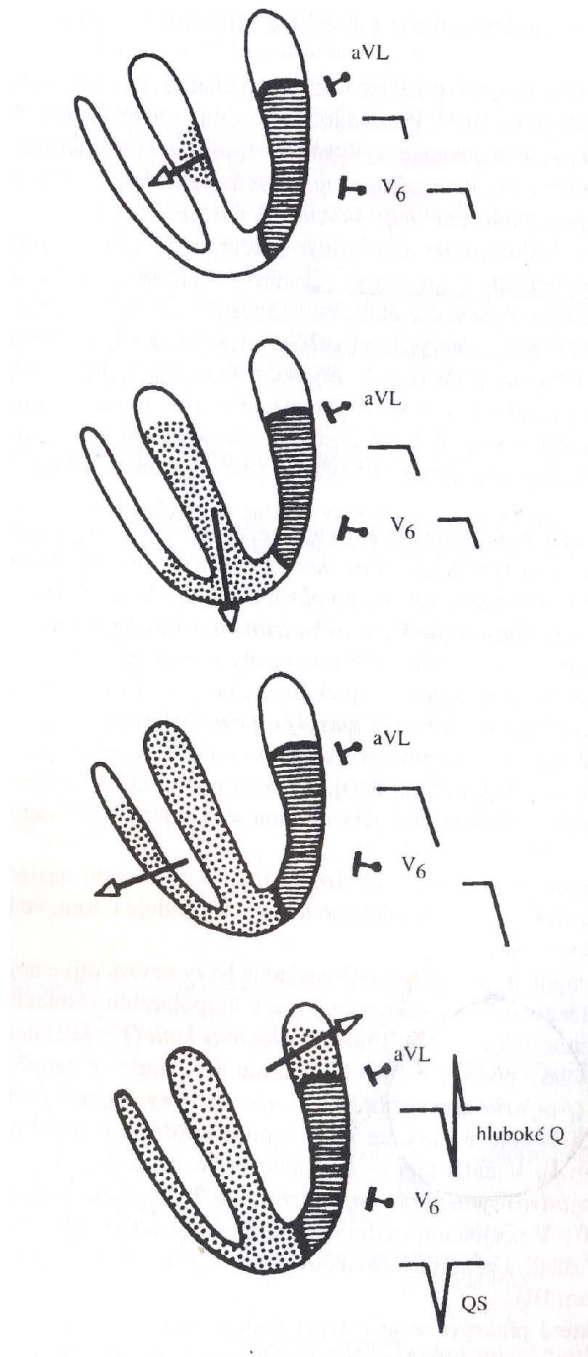
Q prodloužené ($> 0,04$ s) a prohloubené ($> 25\%$ kmitu R)

Projev nekrózy postihující celou tloušťku myokardu

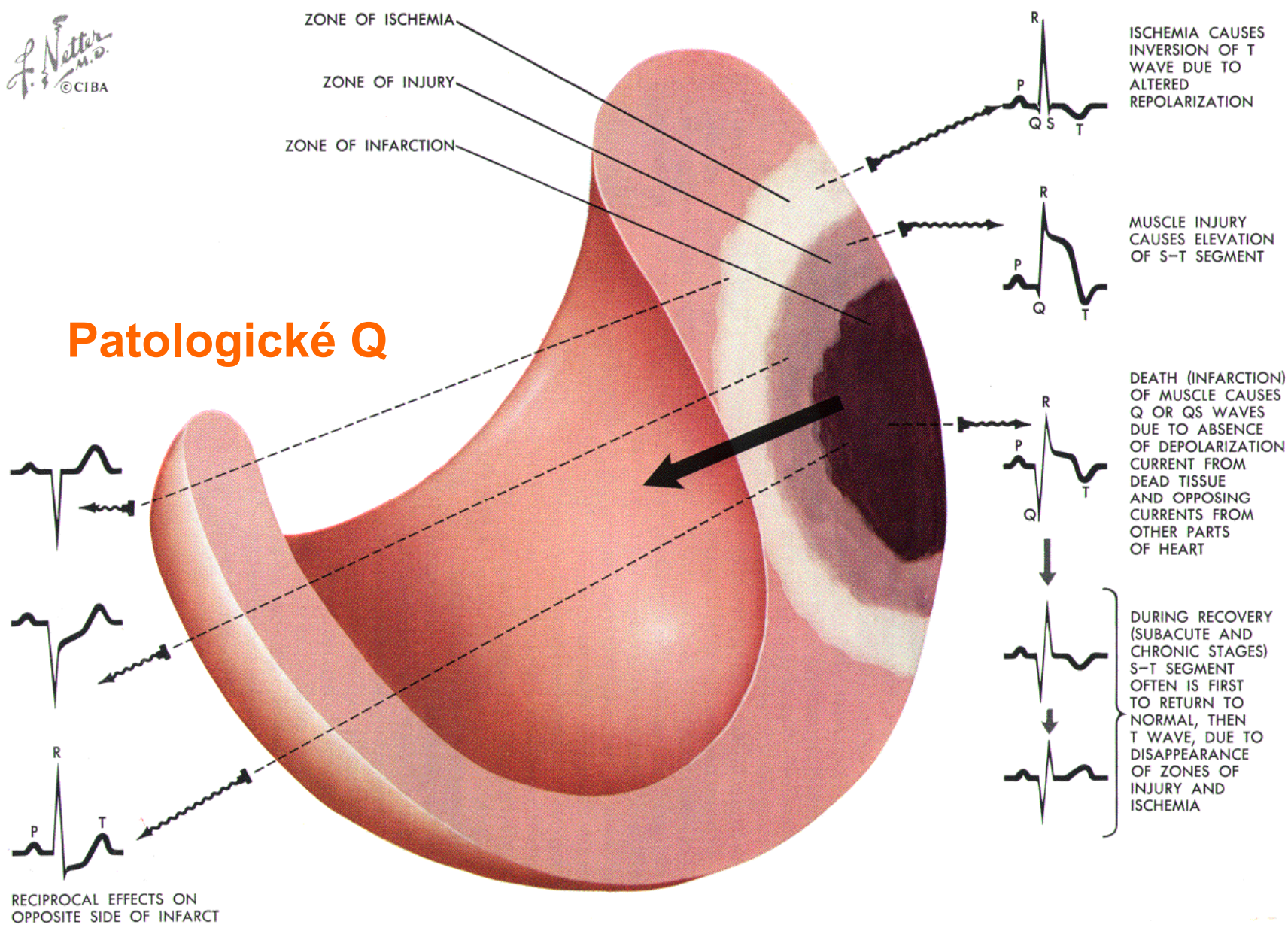
„Dutinový potenciál“



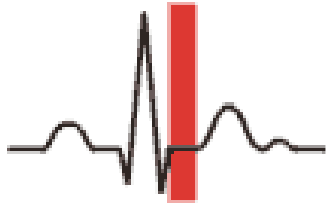
Vznik patologického kmitu Q



Patologické Q



Úsek ST



Časový úsek mezi koncem depolarizace a začátkem repolarizace komor

- **začíná junkčním bodem „J“ na konci komplexu QRS, končí se začátkem vlny T**
- **za normálních okolností mají všechny buňky stejný potenciál = úsek ST je v izoelektrické linii**

Úsek ST

Změny fyziologické

sympatikotonie ... deprese ST, „kotvovitý tvar“ křivky
vagotonie ...elevace ST

Změny arteficiální

dané polohou elektrody, tvarem hrudníku

Změny patologické

alterační potenciál poškozené části myokardu

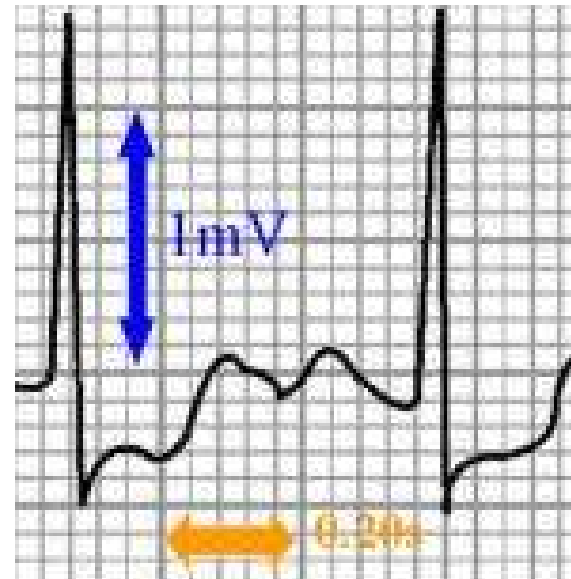
Úsek ST

Ischemické ložisko má odlišný elektr. potenciál = elektrický vektor směřuje k tomuto ložisku

1. subendokardiální ischemie

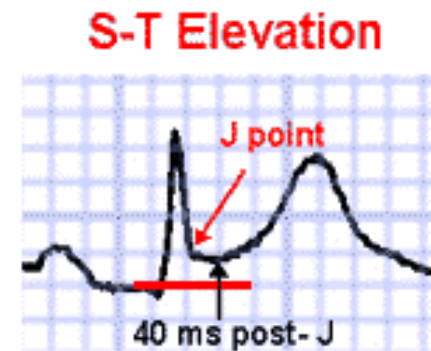
(non-Q IM, záchvat AP)

... deprese ST úseku



Úsek ST

Ischemické ložisko má odlišný elektrický potenciál = elektrický vektor směřuje k tomuto ložisku



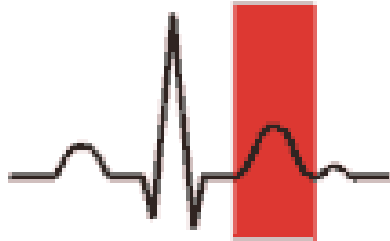
2. subepikardiální ischemie

(Q IM, spastická forma AP, aneurysma)

... elevace ST úseku



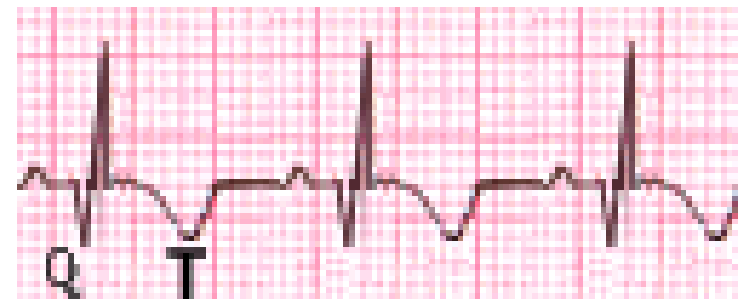
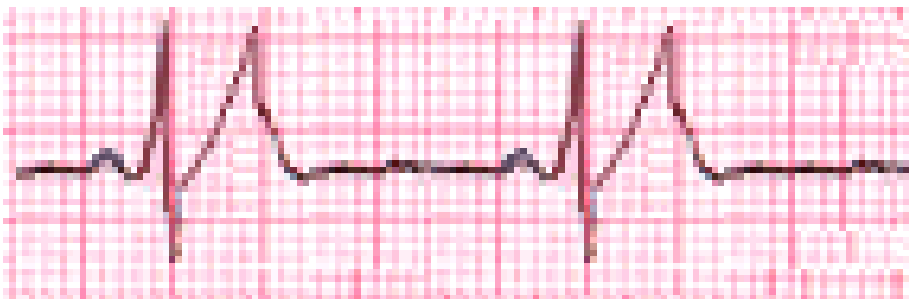
Vlna T



Repolarizace komor

Fyziologicky směřuje repolarizace od epikardu k endokardu
= vlna T je konkordantní (stejnoseměrná) s komplexem QRS

V **ischemické oblasti** dochází k opoždění repolarizace,
prodloužení akčního potenciálu



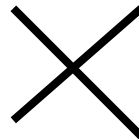
Vektor repolarizace směřuje od ischem. ložiska:

- u subendokard. ischemie ... k epikardu ... zvýšení vlny T
- u subepikardiální ischemie ... k endokardu ... negativní T

Vlna T

Ischemie

změny T jsou
lokalizované,
vlna T bývá
symetrická
negativní

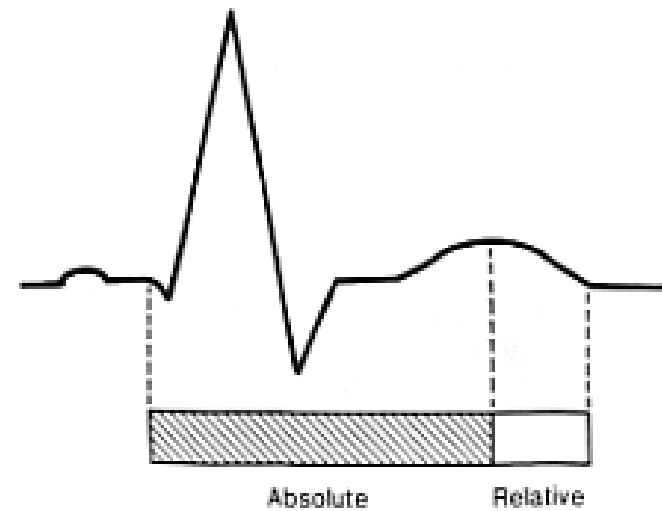


Nespecifické změny

změny T jsou difuzní,
vlna T bývá
asymetrická
nebo bifazická

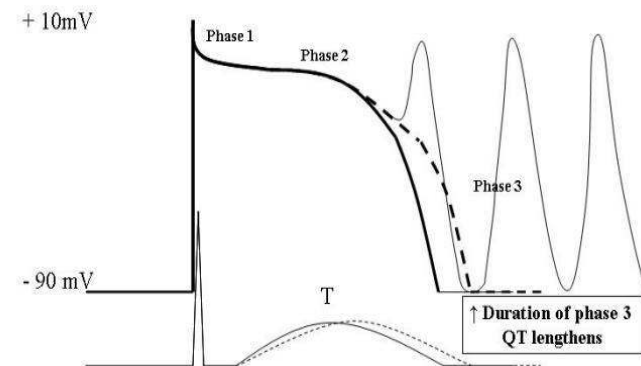
Refrakterní fáze

1. **absolutní** = žádný stimulus nemůže vyvolat akční potenciál
2. **relativní** = impuls může vyvolat akční potenciál a předčasný stah, ale intenzita kontrakce bude úměrně nižší



Fenomén „R na T“

Tzv. „maligní VES“
Impuls nasedající na vlnu T
vyvolal fibrilaci komor



14

(c) 2007, Munther K. Homoud, MD



Holterovské monitorování

24-hodinový záznam EKG

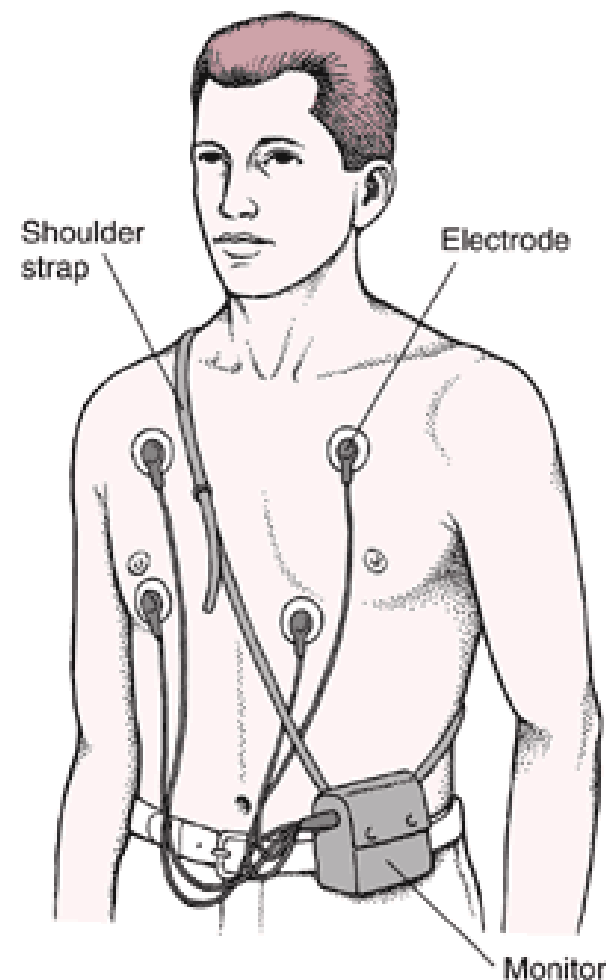
analýza průměrné, maximální, minimální frekvence, výskytu a frekvence závažných arytmií

konfrontace záznamu se subjektivními obtí (deníčkem pacienta)

možno provádět ambulantní formou

Indikace vyšetření:

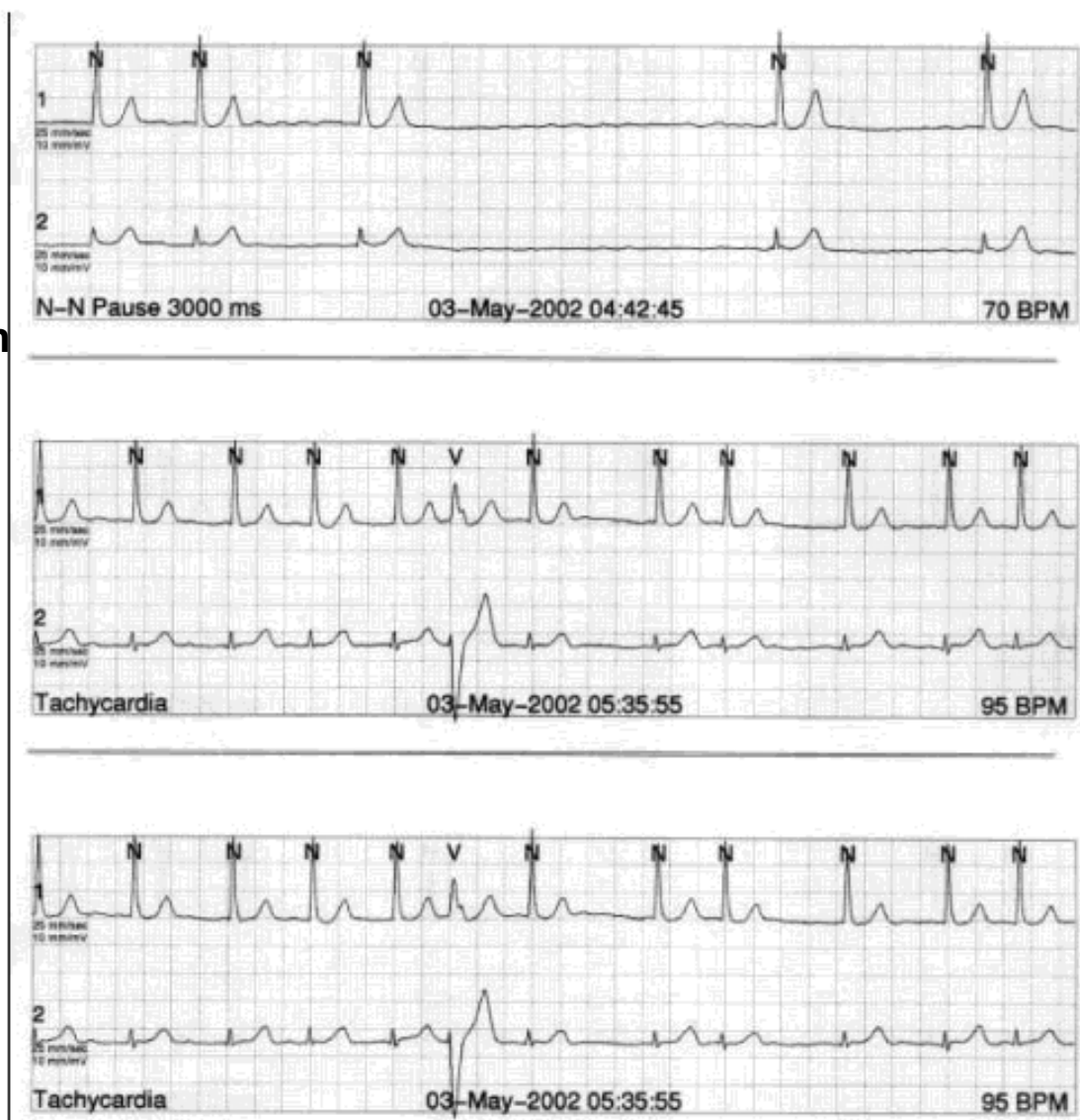
1. synkopy a palpitace nejasné etiologie
2. odhalení skryté ischemie
3. kontrola účinnosti antiarytmické léčby
4. kontrola funkce kardiostimulátoru



Holterovské monitorování

Pacient č. 1

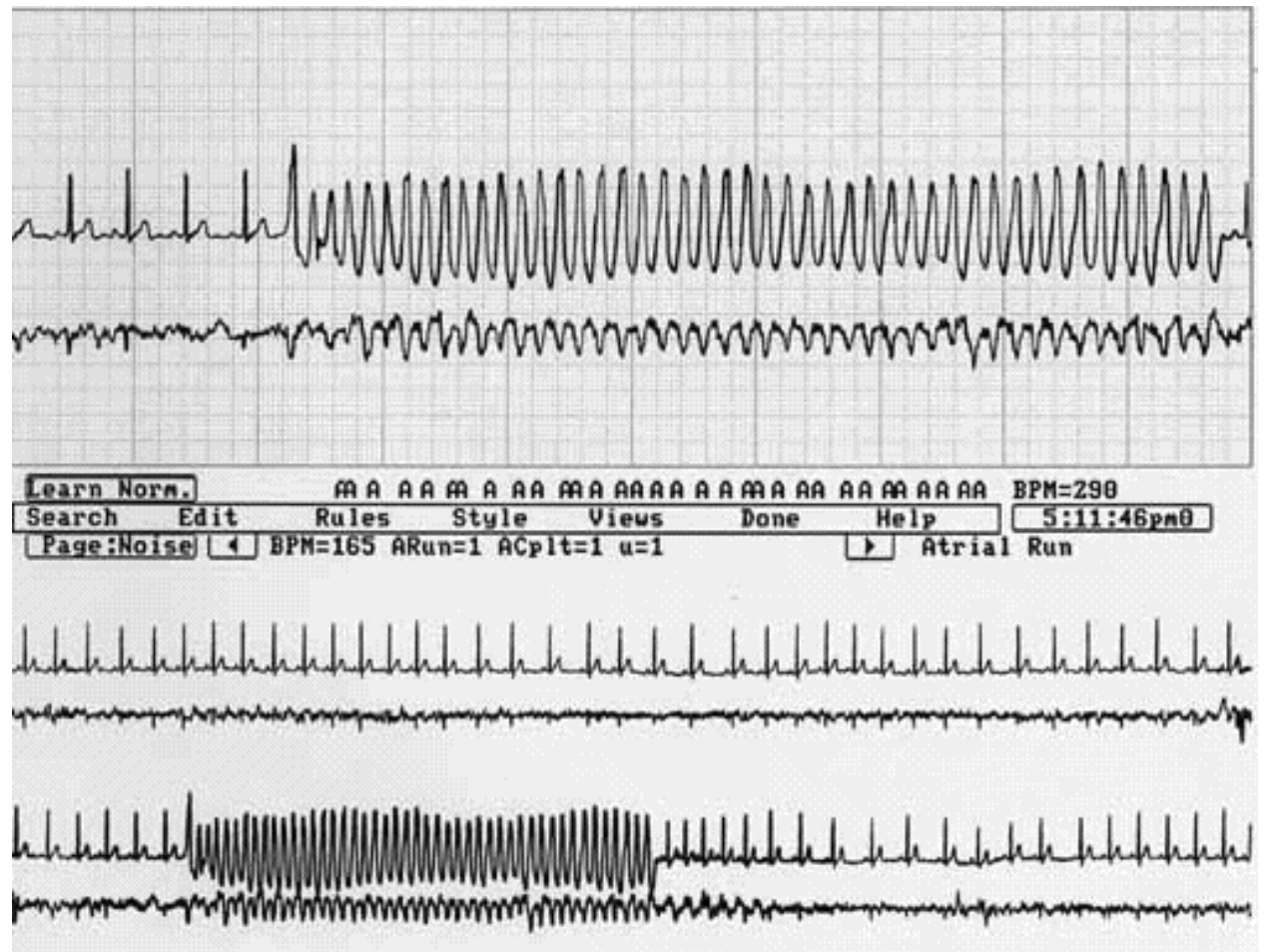
Záchyt síňové fibrilace
s pauzami nad 2 s a ojedinělých
komorových extrasystol



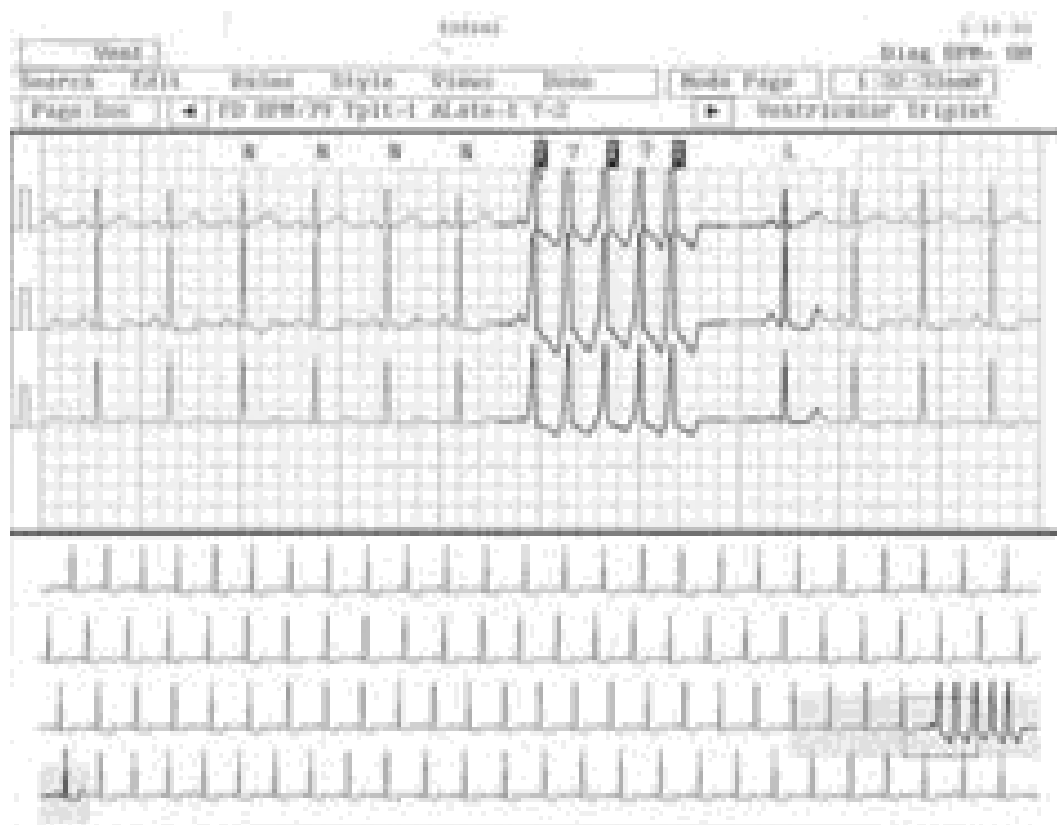
Holterovské monitorování

Pacient č. 2

Epizoda fibrilace komor



Holterovské monitorování



Pacient č. 3

**Epizoda komorové
tachykardie**

Ergometrie - zátěžové EKG

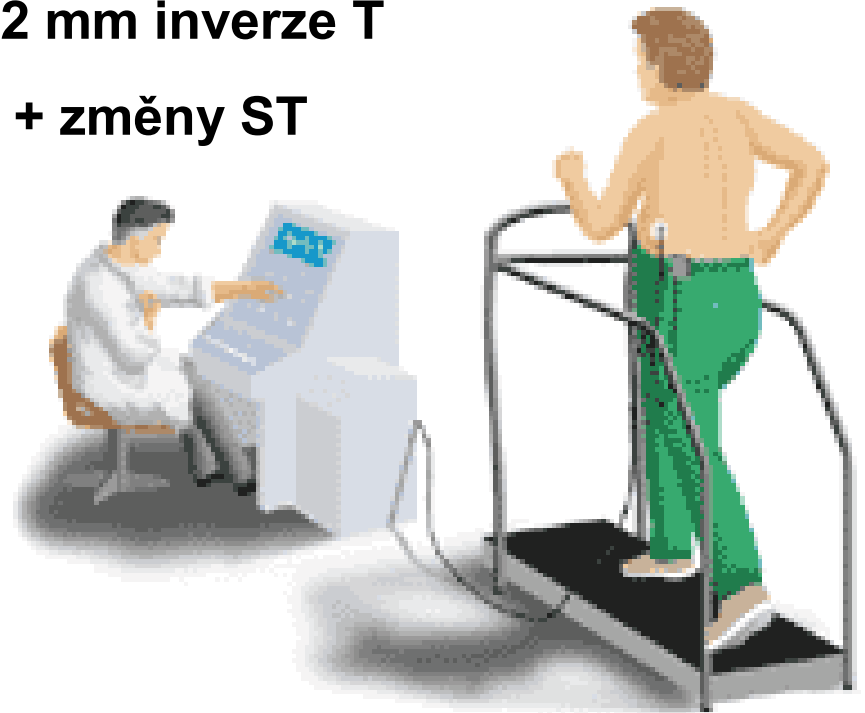
Stupňovité zvyšování zátěže ve 4-minutových intervalech, zákl. stupeň je 25 - 75 W

Ukončení testu při submaximální zátěži nebo při komplikacích (hypertenzní špička, polytopní VES, poruchy vedení, elevace ST, deprese ST > 2 mm inverze T

Současný vznik anginozní bolesti + změny ST = potvrzení ICHS

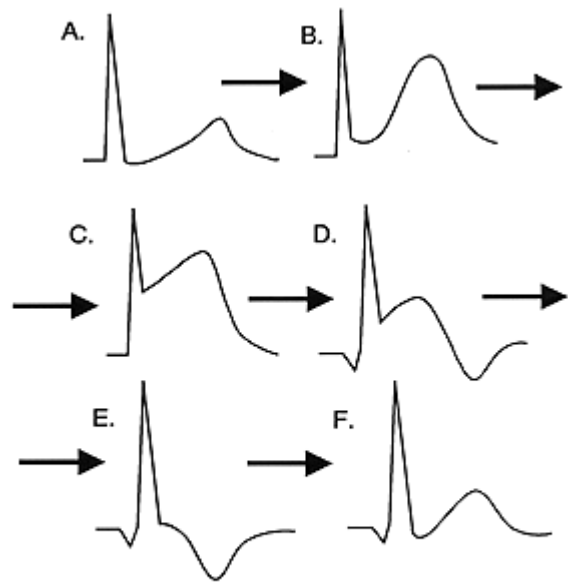
Indikace vyšetření:

- 1. upřesnění prognózy ICHS**
- 2. podezření na ICHS**
- 3. posouzení funkční výkonnosti**



Q infarkt myokardu

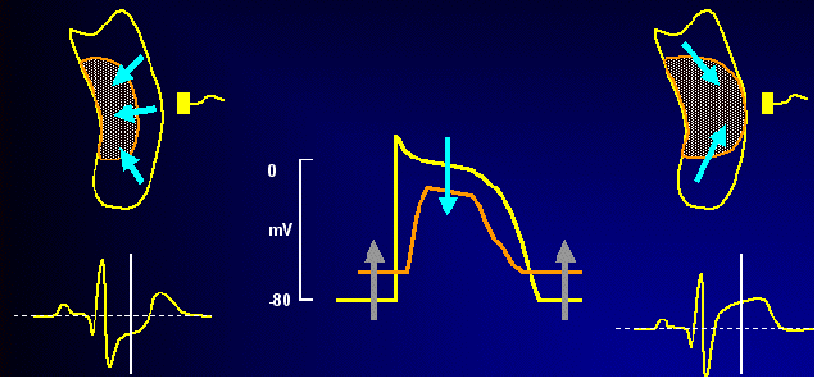
Dynamika EKG změn



Evolution of Acute MI

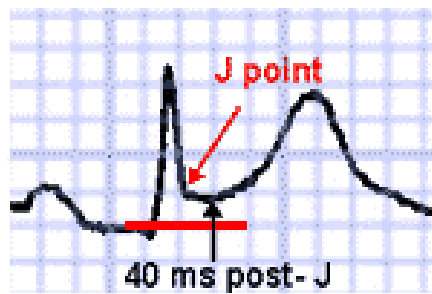


Biophysics of Acute Ischemia

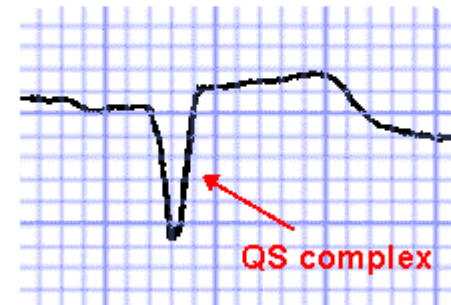


CVRTI

S-T Elevation



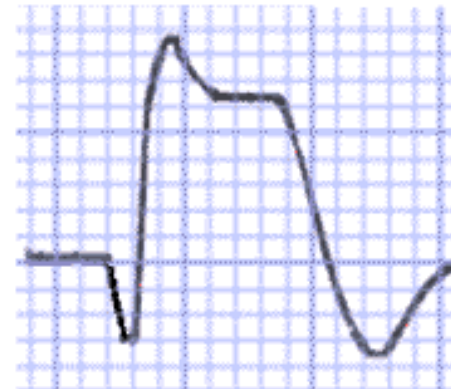
**Pathological Q wave
in V1**



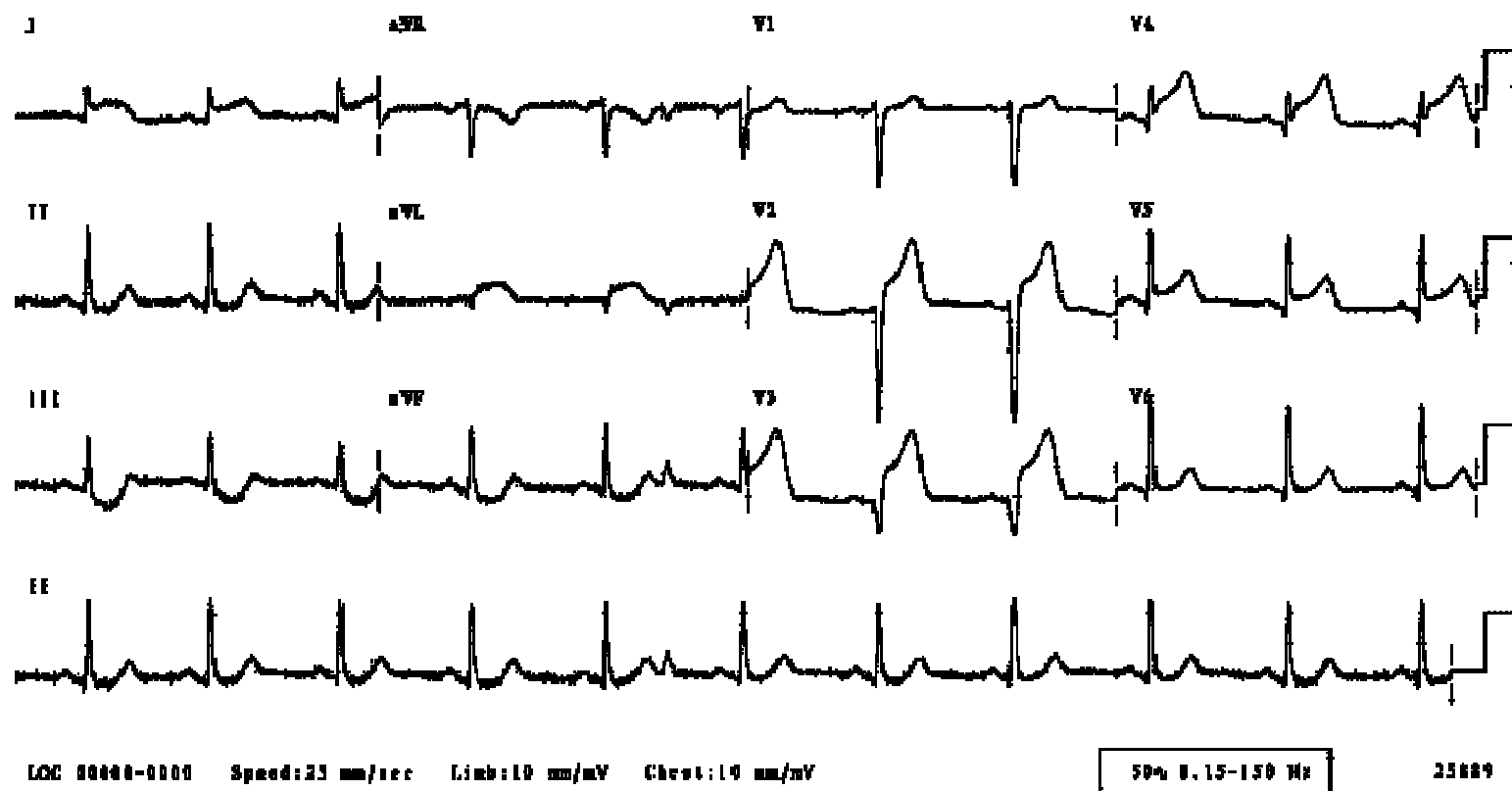
Persistent Q wave



Inverted T wave



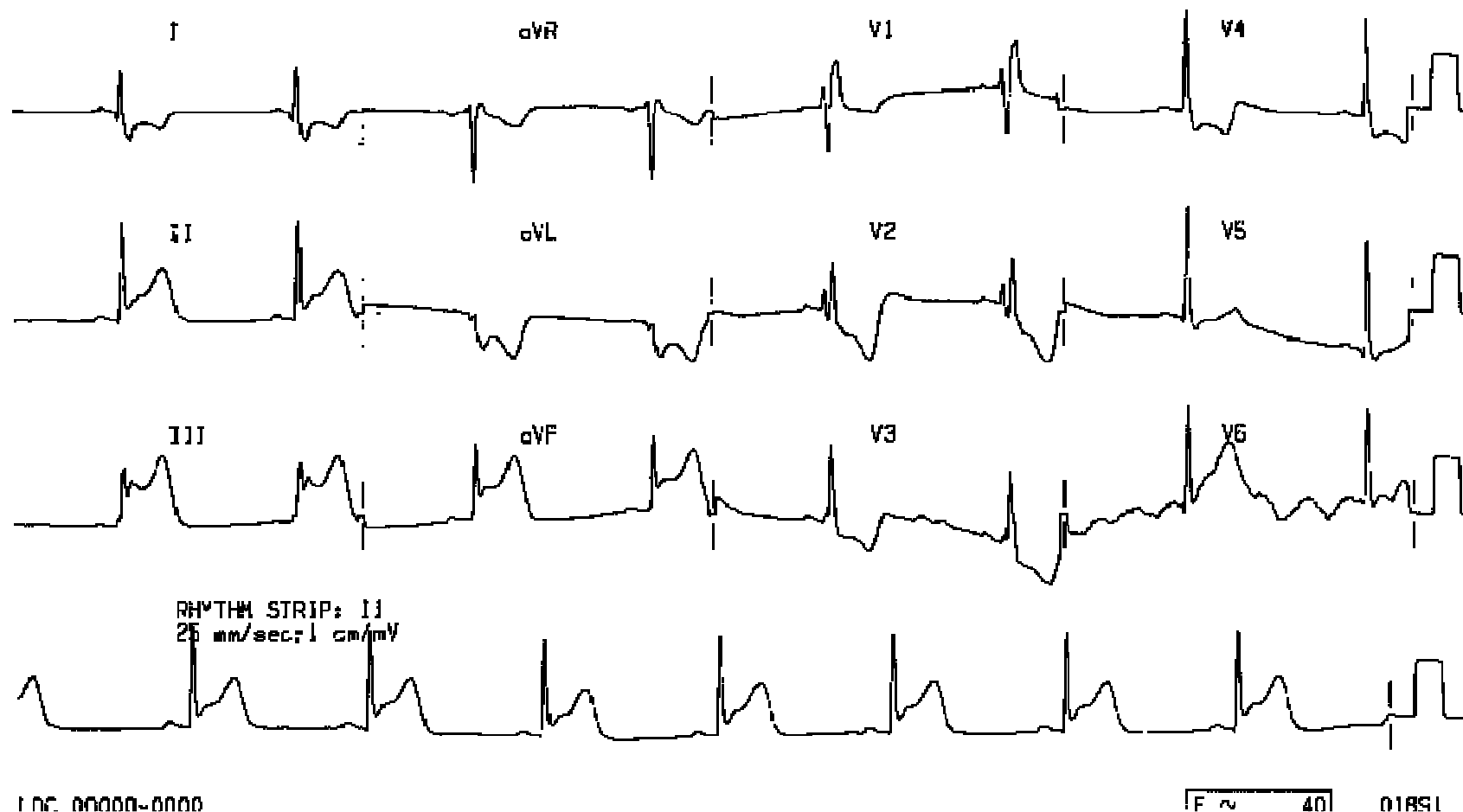
Lokalizace IM na podkladě EKG změn



AIM přední stěny

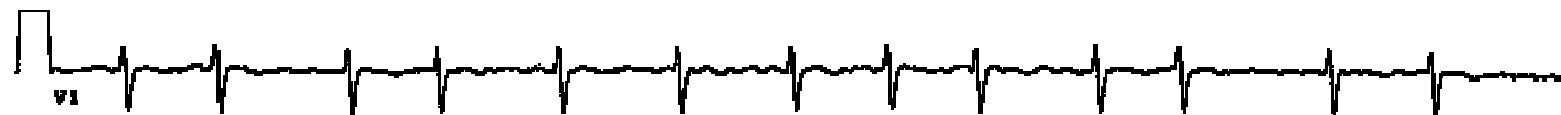
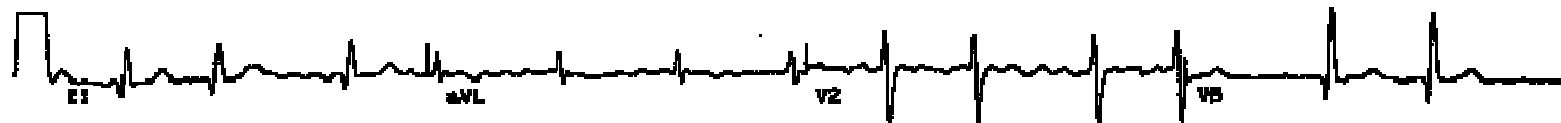
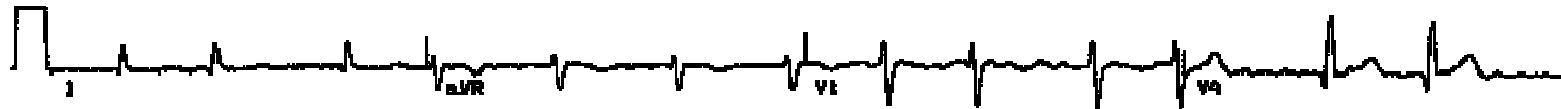
- ST elevace ve V1 - 6, I a aVL
- reciproční ST deprese ve spodních svodech

Lokalizace IM na podkladě EKG změn



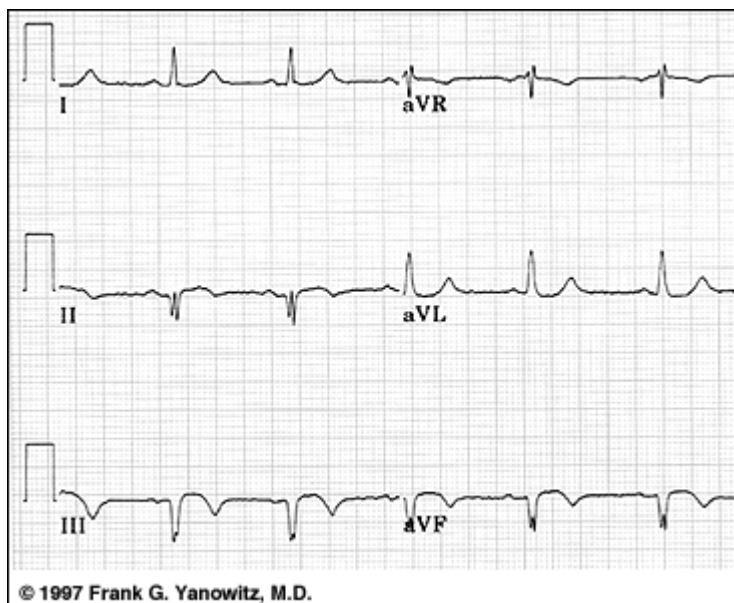
AIM spodní stěny (diafragmatický)

- ST elevace ve spodních svodech II, III and aVF
- reciproční ST deprese v předních svodech
- BPRT a bradykardie



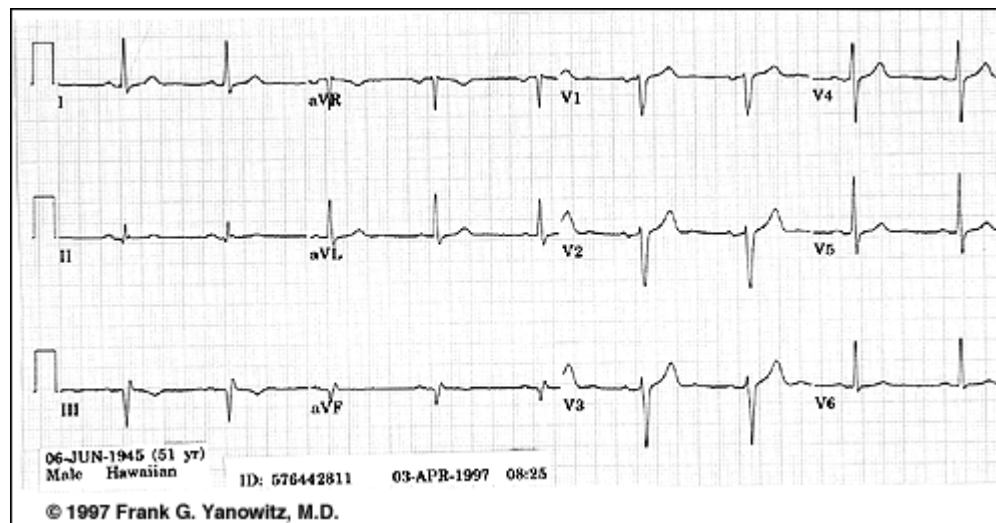
Starý diafragmatický Q-IM

- patologický Q kmit ve svodech II, III a aVF



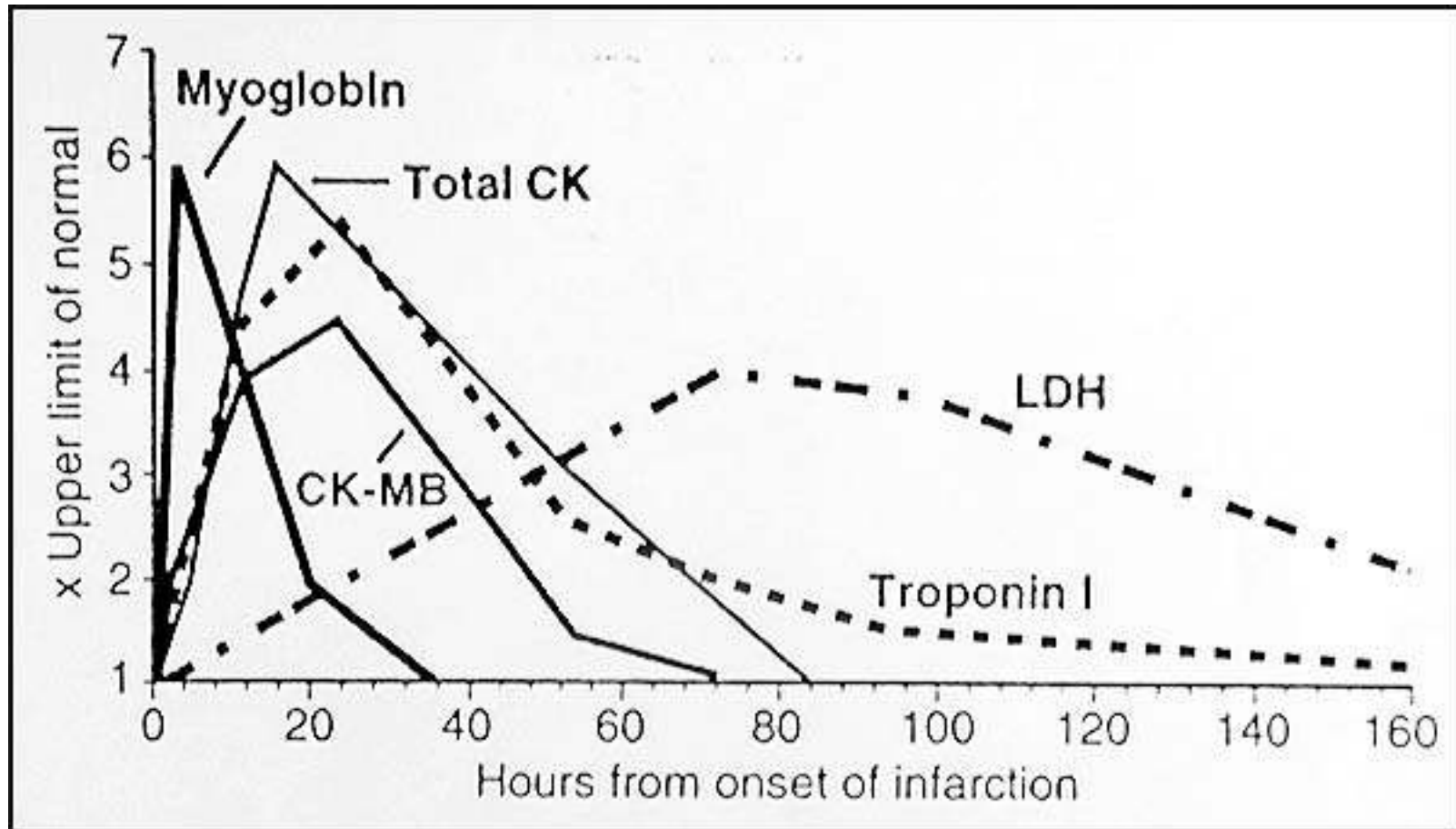
Diafragmatický IM

- patologické Q a vývoj ST-T změn ve svodech II, III, aVF
- Q kmity obvykle nejvýraznější ve svodu III, dále v aVF a nejmenší ve svodu II



Diafragmatický IM staršího data

Biochemická dg. akutního IM

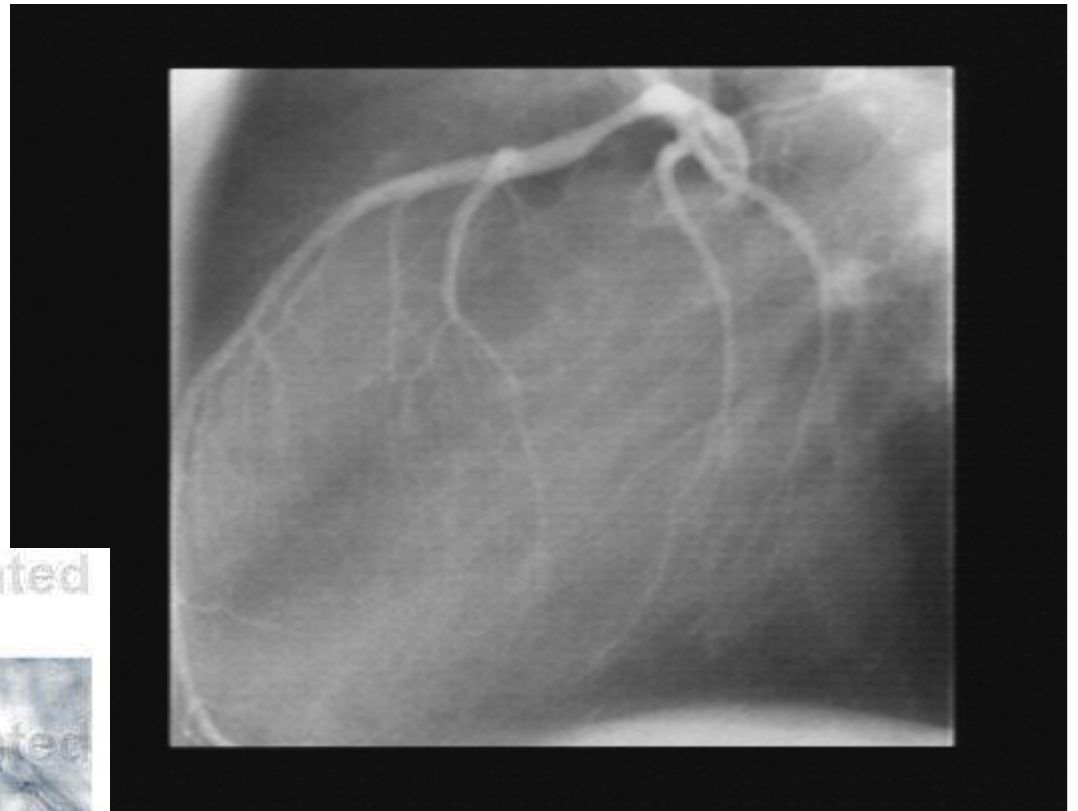


ČASNOST

PŘETRVÁVÁNÍ

SPECIFIČNOST

Koronarografie



Coronary Arteries with Angiogram Film Depiction

