

SAMOSTUDIUM 2020

SAM

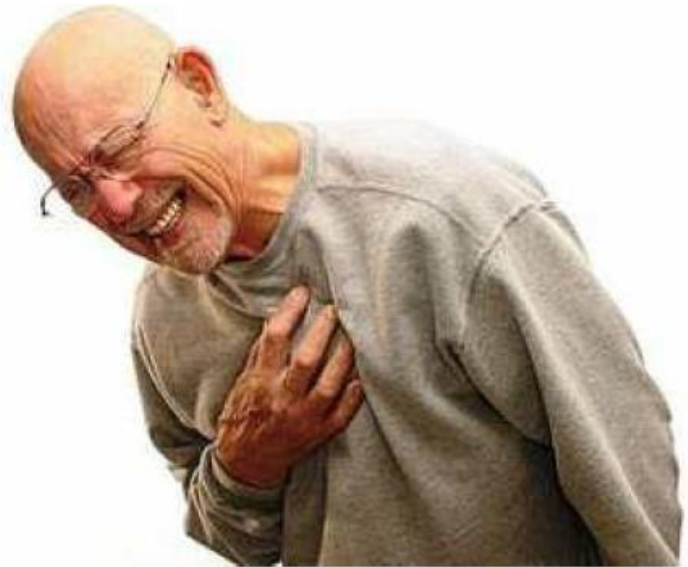
Elektrokardiografie

SAMOSTUDIUM 2020

SAM

Elektrokardiografie

- Je vyšetřovací diagnostická metoda založená na snímání elektrické aktivity **srdečního svalu** (myokardu).
- Z naměřených signálů lze usuzovat na různá poškození a nemoci kardiovaskulárního systému – infarkt myokardu, ischemie, poruchy srdečního rytmu, poruchy elektrické převodní soustavy srdce, aj.



Elektrokardiografie

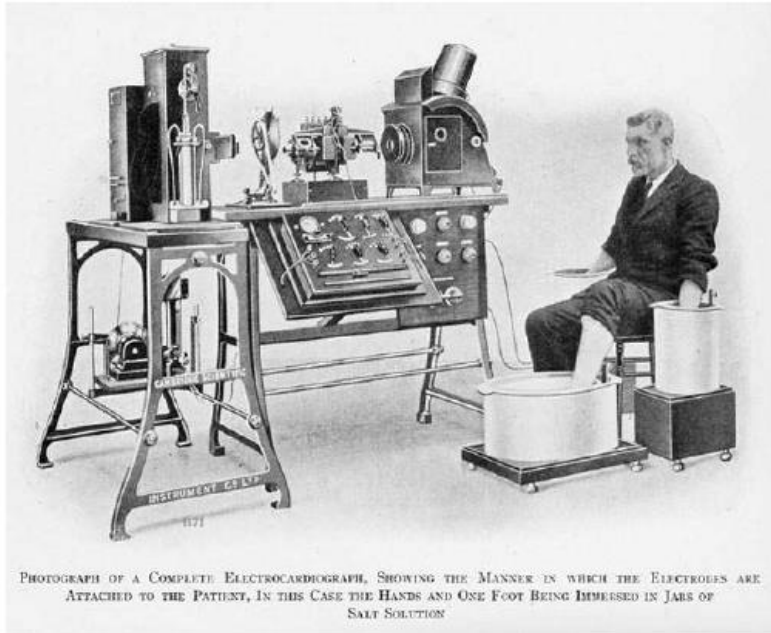
- **Historie**
- **1838 C. Matteucci** prokazuje, že každý tep srdce je doprovázen elektrickým proudem (svalová aktivita vytváří el. proud).
- **1856 Rudolph von Koelliker** a **Heinrich Müller** poprvé dokázali detekovat QRS komplex a vlnu T.
- **1869-70 A. Muirhead** údajně poprvé zaznamená EKG srdce. Tato skutečnost je ovšem sporná.
- **1887 A. D. Waller** poprvé publikuje a pojmenuje lidský elektrokardiogram. Své pokusy často demonstruje na svém psu Jimmym.
- **1891 W. Bayliss** a **E. Starling** poprvé rozpoznávají tři fáze srdeční aktivity – vlnu P, komplex QRS a vlnu T.
- **1895 W. Einthoven** rozlišuje a pojmenovává pět výchylek srdeční aktivity – vlny P, Q, R, S a T.
- **1901-02 Einthoven** v nizozemském Leidenu vynalézá strunový galvanometr pro záznam EKG a publikuje první záznamy. NC v r. 1924.

Elektrokardiografie

- **Historie**

- **1912 Einthoven** popisuje rovnostranný trojúhelník tvořený jeho třemi svody (I, II, III) – později tzv. Einthovenův trojúhelník.
- **1928** Společnost **F. Sanborna** vytváří první přenosný EKG přístroj.
- **1932 Ch. Wolferth** a **F. Wood** popisují klinické využití hrudních svodů.
- **1934 F. Wilson** definuje indiferentní elektrodu (později Wilsonova svorka) a popisuje unipolární svody VR, VL a VF.
- **1942 E. Goldberg** zvyšuje signál z Wilsonových svodů o 50 % a definuje zesílené unipolární svody aVR, aVL a aVF.
- **1949 Norman Jeff Holter** vyvíjí systém pro dlouhodobé snímání EKG.
- **1992 Cohen** a **He** vyvíjejí metodu pro přesné mapování elektrické aktivity srdce z povrchu těla.

Elektrokardiografie

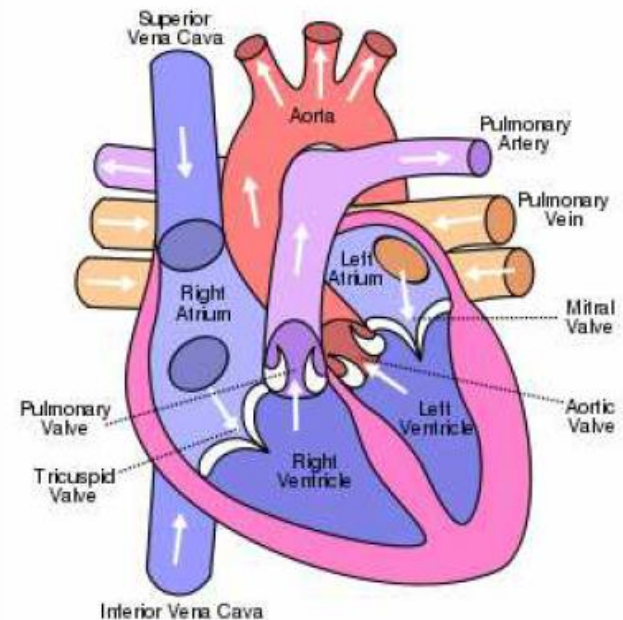
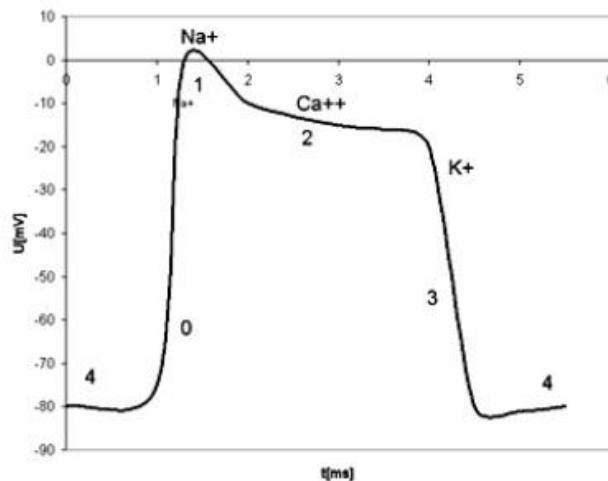


<http://en.wikipedia.org/>
<http://upload.wikimedia.org/>
<http://content.onlinejacc.org/>

Elektrokardiografie

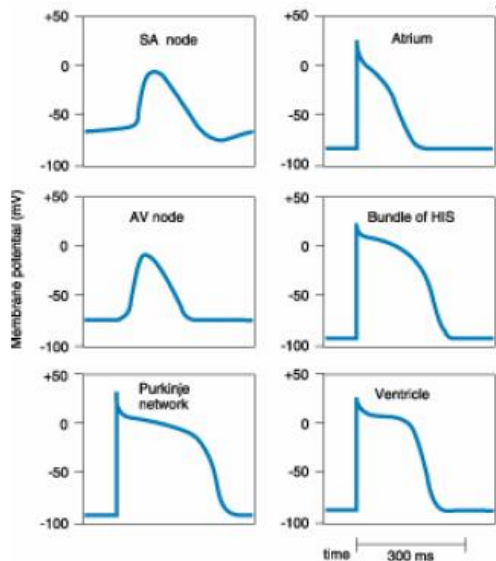
- **Srdce**

- Je tvořeno srdeční svalovinou, jejíž zvláštností je dlouhá doba trvání akčního potenciálu (asi 80 až 100 krát delší než u kosterních svalů).
- Dlouhé trvání depolarizace je způsobeno vtokem vápenatých iontů do svalové buňky a pomalejším otevřením draslíkových kanálů, které umožňují výtok draslíkových iontů a vznik repolarizace.
- Doba depolarizace se označuje jako fáze plató.

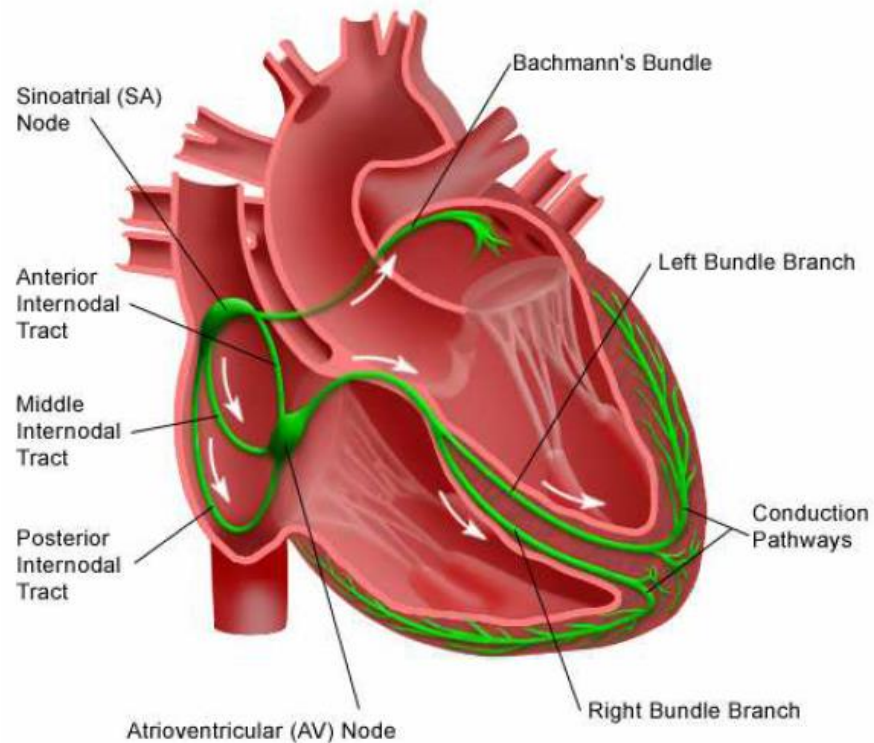


Elektrokardiografie

- **Elektrický systém srdce**
- Sinoatriální uzel
- Síňová dráha
- Atrioventrikulární uzel
- Hissův svazek
- Tawarova raménka
- Purkyňova vlákna

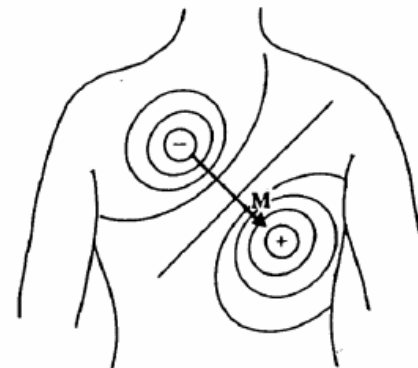
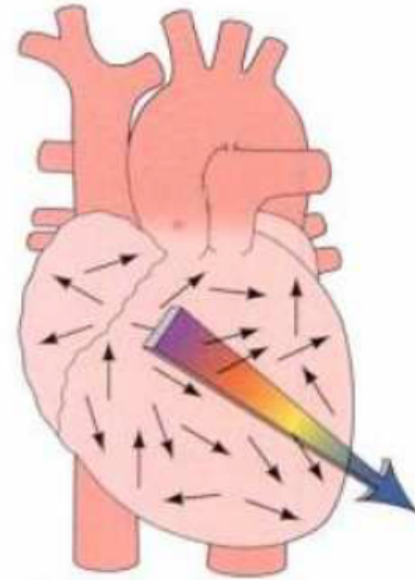


Electrical System of the Heart



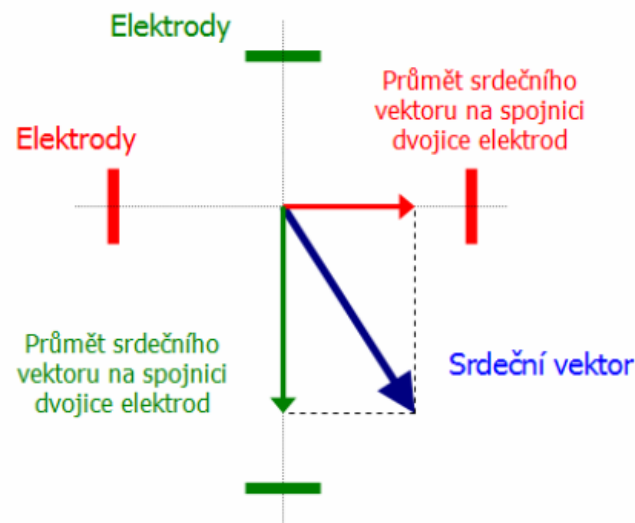
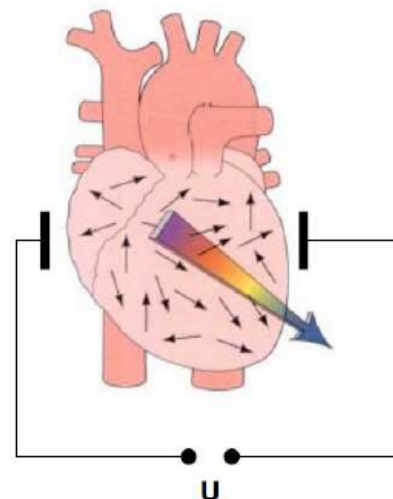
Elektrokardiografie

- **Srdeční vektor**
- Každá buňka srdeční svaloviny může nést kladný nebo záporný náboj. Dvojice opačně nabitých buněk potom vytváří elementární elektrický dipól. Ten lze popsat el. dipólovým vektorem o určité velikosti a směru.
- Srdce jako celek tedy můžeme chápat jako soustavu jednotlivých elementárních dipólů, jejichž vektorovým součtem získáme celkový **elektrický vektor srdce**, tzv. srdeční vektor.
- Srdeční vektor mění v každém časovém okamžiku svou velikost i směr podle postupu vzruchové vlny srdcem.



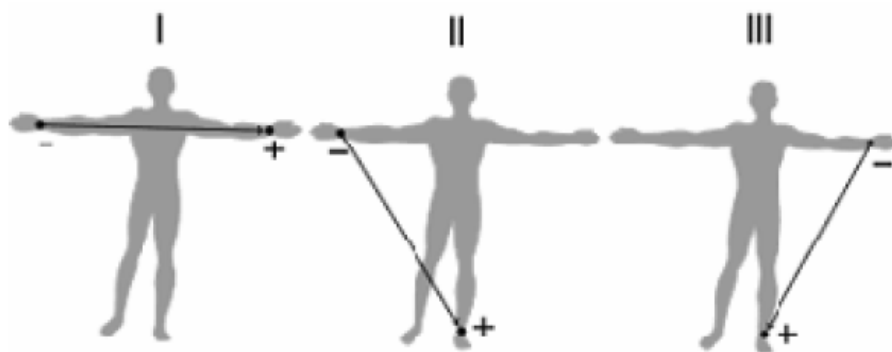
Elektrokardiografie

- **Detekce srdečního vektoru**
- Srdeční vektor lze díky elektrické vodivosti tkání snímat z povrchu těla pomocí dvojic elektrod (tzv. svodů).
- Napětí snímané na elektrodách představuje průmět srdečního vektoru na spojnici elektrod.
- Velikost naměřeného napětí závisí na vzdálenosti a vzájemné poloze elektrického dipólu a elektrod a také na vodivosti tkání mezi dipólem a elektrodami.
- Používají se:
 - Bipolární končetinové svody
 - Unipolární končetinové svody
 - Unipolární hrudní svody
 - Speciální svody



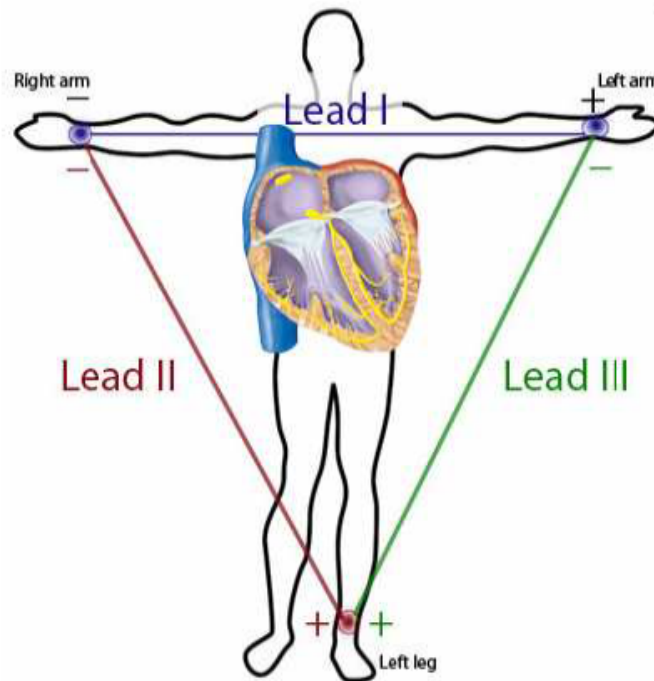
Elektrokardiografie

- **Bipolární končetinové svody**
 - Dle Einthovena
 - Jsou tři a označují se římskými číslicemi I, II a III.
 - Snímá se rozdíl potenciálů (napětí) mezi dvěma aktivními elektrodami. Elektrody se umisťují na pravé zápěstí (červená) a levé zápěstí (žlutá) ruky a na levý bérce (zelená) nohy. Na pravý bérce nohy se umisťuje zemní elektroda (černá) s nulovým potenciálem.
- **Svod I** – napětí mezi pravým a levým zápěstím.
- **Svod II** – napětí mezi pravým zápěstím a levým bérce.
- **Svod III** – napětí mezi levým zápěstím a levým bérce.



Elektrokardiografie

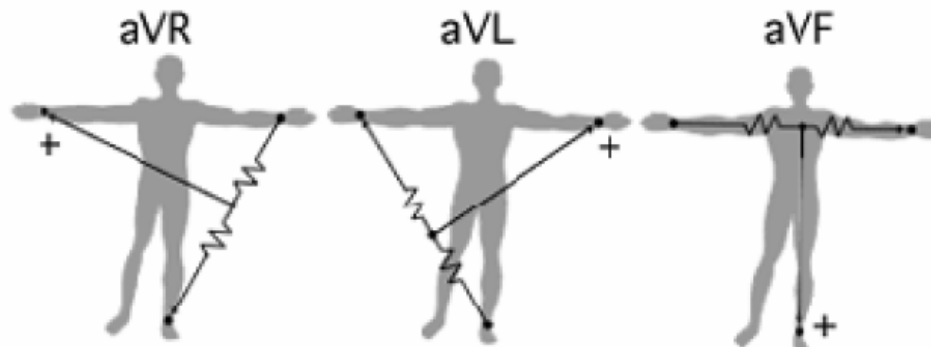
- **Bipolární končetinové svody**
- Představíme-li si člověka s rozpaženými rukama a nohama u sebe, vznikne myšleným spojením pozic elektrod přibližně rovnostranný tzv. **Einthovenův trojúhelník** se srdcem v jeho středu.
- Strany trojúhelníka představují jednotlivé bipolární svody.
- Využívá se např. při určování sklonu elektrické osy srdce.



Elektrokardiografie

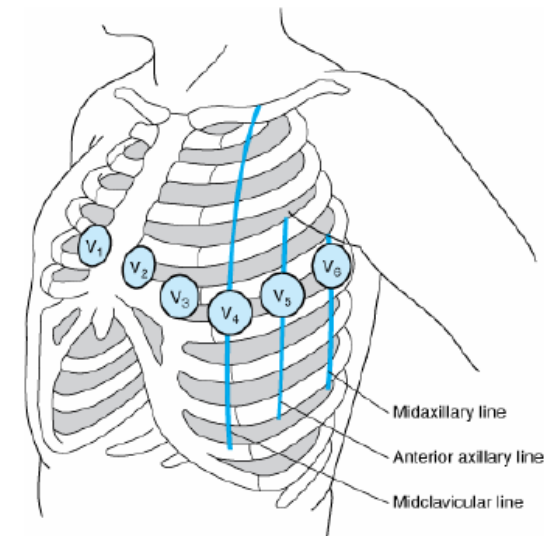
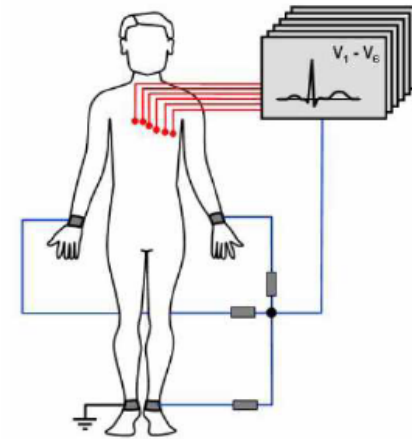
• Unipolární končetinové svody

- Jsou tři – **VR**, **VL** a **VF**. V praxi se však dnes používají zesílené svody **aVR**, **aVL** a **aVF** („a“ – z angl. augmented = zesílený) dle Goldberga.
- Elektrody jsou uspořádány stejně jako u bipolární techniky. Každý svod snímá napětí mezi jednou aktivní elektrodou (R – pravé zápěstí, L – levé zápěstí, F – levý bérce) a indiferentní elektrodou.
- Indiferentní elektroda vzniká u svodů VR, VL a VF propojením všech tří končetinových elektrod přes vysoké odpory do tzv. svorky. Nevýhodou zapojení je nízký signál. U svodů aVR, aVL a aVF vzniká svorka propojením pouze dvou neaktivních elektrod přes vysoké odpory. Odpojením aktivní elektrody od svorky je výsl. signál zesílený o 50 %.



Elektrokardiografie

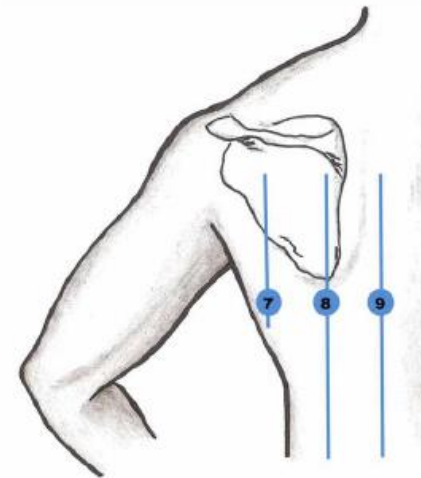
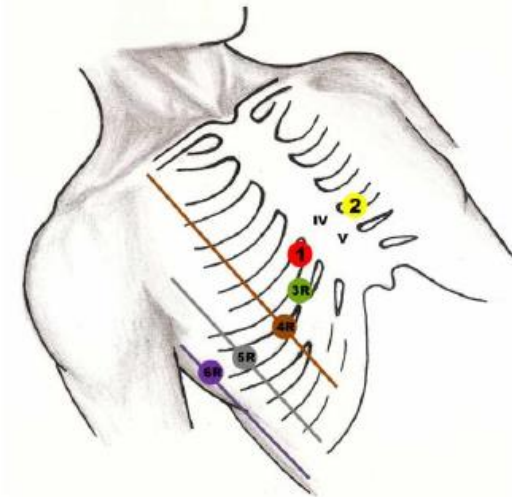
- **Unipolární hrudní svody dle Wilsona**
- Standardně jich je šest a označují se V_1 až V_6 .
- Svody vznikají snímáním napětí mezi aktivní elektrodou a centrální svorkou (tzv. Wilsonova svorka), která vzniká propojením všech tří končetinových elektrod přes vysoké odpory.
- Aktivní elektrody se umisťují:
 - V_1 – 4. mezižebří parasternálně vpravo
 - V_2 – 4. mezižebří parasternálně vlevo
 - V_3 – mezi V_2 a V_4
 - V_4 – 5. mezižebří vlevo v medioklavikulární čáře
 - V_5 – 5. mezižebří vlevo v přední axilární čáře
 - V_6 – 5. mezižebří vlevo ve střední axilární čáře



Copyright ©2006 by The McGraw-Hill Companies, Inc.
All rights reserved.

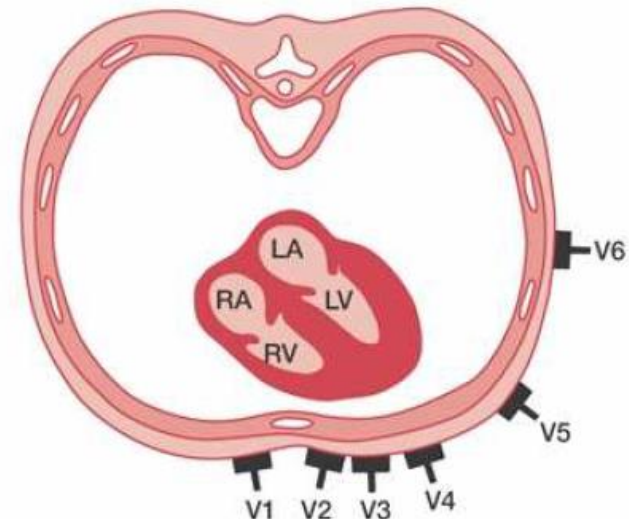
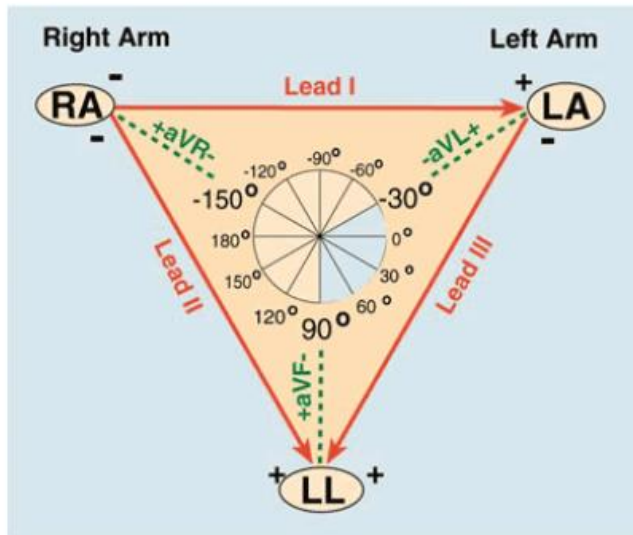
Elektrokardiografie

- **Další svody**
- Ve speciálních případech se mohou použít i další hrudní svody.
- Podle potřeby se mohou aktivní elektrody umisťovat také na zadní část hrudníku vlevo (svody V7 – V9), na pravou přední část hrudníku zrcadlově ke svodům V3 – V6 (svody V3R – V6R), příp. o jedno nebo dvě mezižebří výše než svody V1 – V6 (tzv. etážové svody: V1' – V6' ; V1'' – V6'').
- Pro diagnostiku některých typů arytmií se aktivní elektroda může pomocí sondy zavést do jícnu (jícnové svody).



Elektrokardiografie

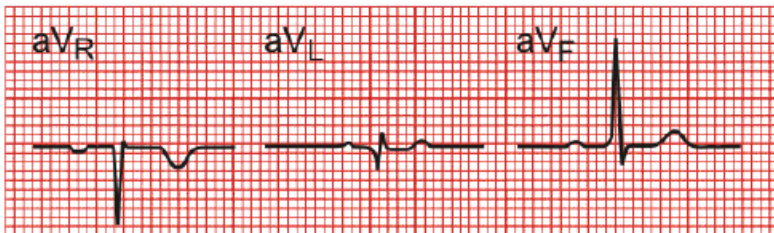
- Unipolární i bipolární končetinové svody vytvářejí průmět elektrického signálu srdce do šesti os ve **frontální rovině**, které jsou vůči sobě posunuty vždy o 30° . Směry os v dolní polovině „ružice“ nabývá kladných hodnot ($0-180^\circ$), osy v horní polovině mají záporné hodnoty.
- Hrudní svody zaznamenávají elektrickou aktivitu srdce v **horizontální rovině** těla.



Elektrokardiografie

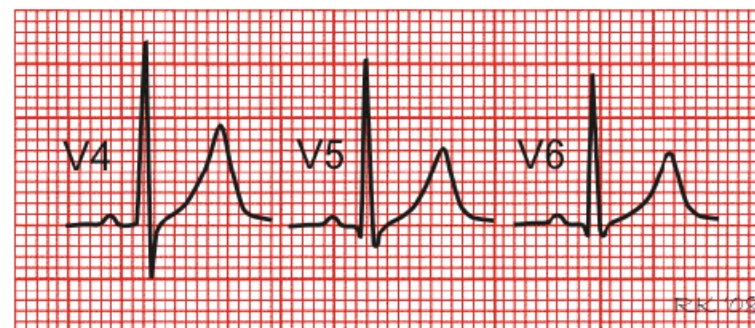
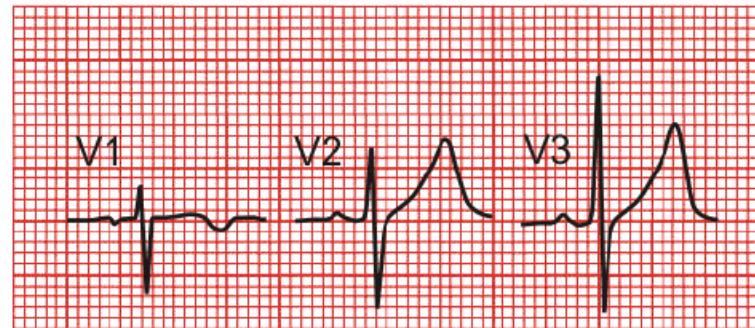
- **Typické EKG křivky z jednotlivých svodů**
- Provádí se časově-frekvenční analýza všech EKG křivek.
- Hodnotí se rytmus, amplitudy a tvary vln a kmitů, frekvence, sklon elektrické osy, posuzují se doby trvání jednotlivých vln a úseků.

Bipolární končetinové svody



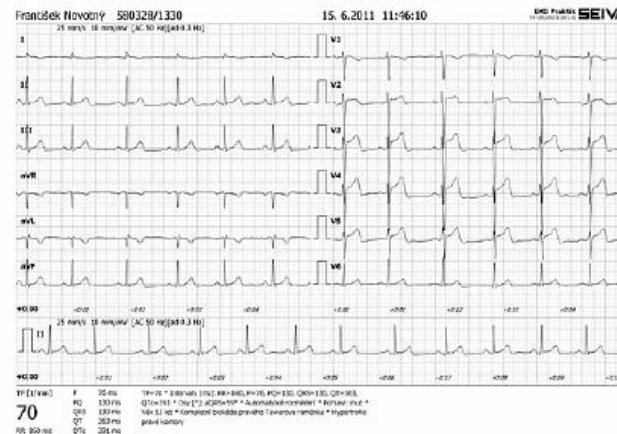
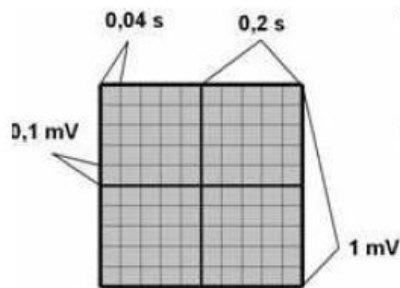
Unipolární zesílené končetinové svody

Hrudní svody



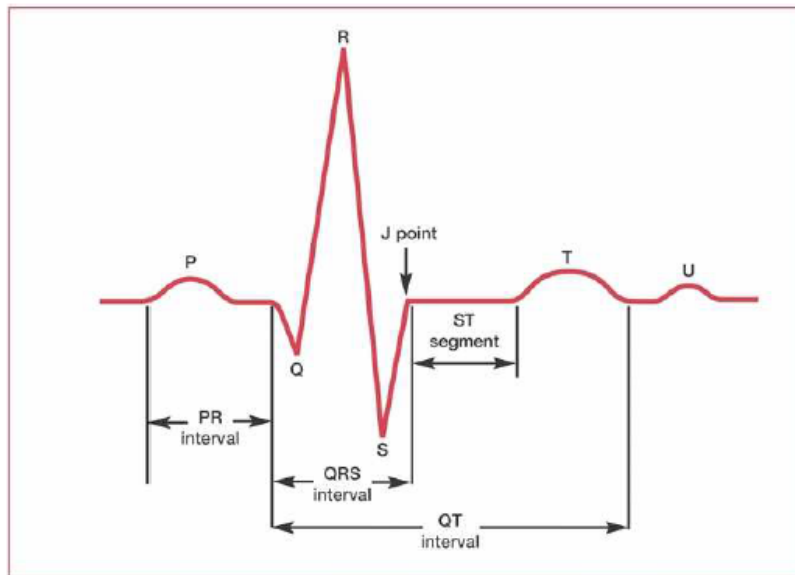
Elektrokardiografie

- **Zápis EKG křivek**
- EKG křivky se zapisují na termocitlivý papír s milimetrovým rastrem.
- Rychlost posunu papíru bývá 25 nebo 50 mm/s.
- Slabé vertikály rastru jsou od sebe vzdáleny 0,04 s (1 mm), silnější vertikály jsou vzdáleny 0,20 s (5 mm).
- Vzdálenost jednotlivých horizontál je 0,1 mV (1 mm).
- Před nebo po každém záznamu svodu by se měl na papír zaznamenat cejch o velikosti 1 mV (10 mm).
- Součástí záznamu by měla být data o pacientovi (ID, jméno, RČ, ...).



Elektrokardiografie

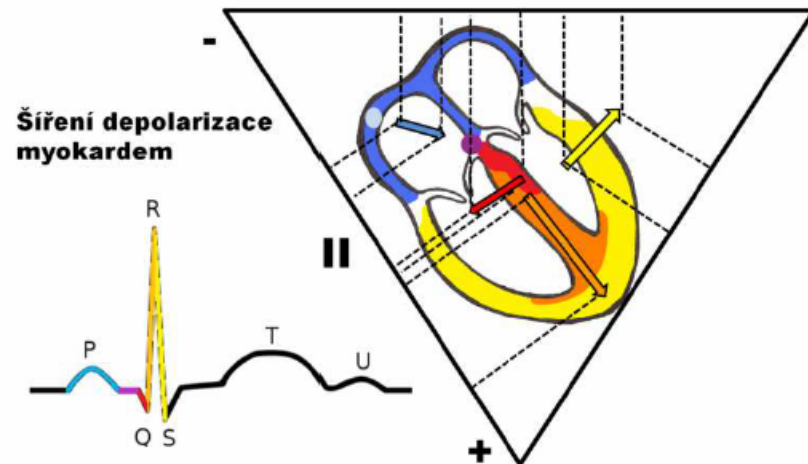
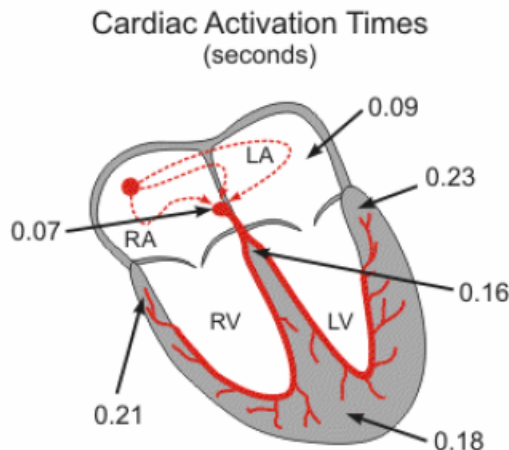
- **Typická EKG křivka ze II. svodu**



RR interval	0,6 – 1,2 s (50 – 100 tepů)
P vlna	80 – 100 ms
PR interval	120 – 200 ms
PR segment	50 – 120 ms
QRS komplex	60 – 120 ms
ST segment	80 – 120 ms
T vlna	160 ms
ST interval	320 ms
QT interval	300 – 430 ms

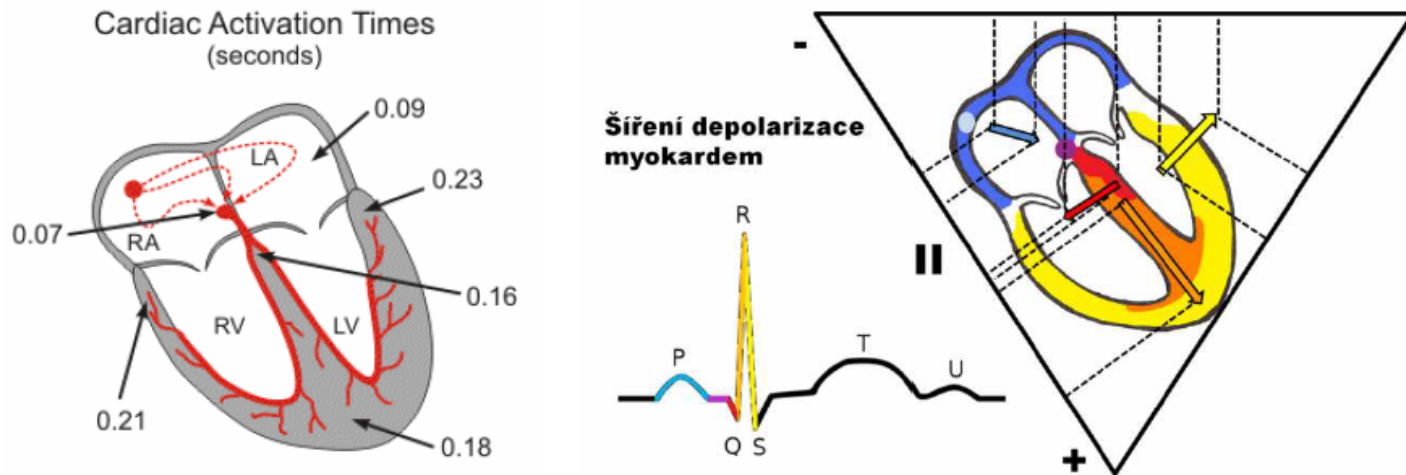
Elektrokardiografie

- **Vlna P**
- Je projevem depolarizace srdečních síní. Díky tenké stěně síní má vlna P malou amplitudu a elektrický vektor směřuje doleva dolů.
- **Interval PR**
- Měří se od začátku vlny P po začátek QRS komplexu a představuje dobu, za kterou vzruch proběhne od SA uzlu k myokardu komor (AV uzlu). Izoelektrický úsek PQ je způsoben zpomaleným vedením vzruchu AV uzlem. Dochází ke zbrždění depolarizace a oddělení systoly síní od systoly srdečních komor.



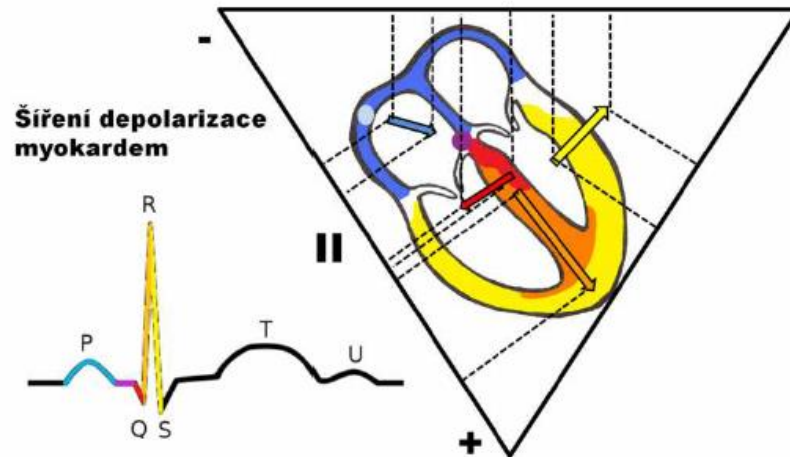
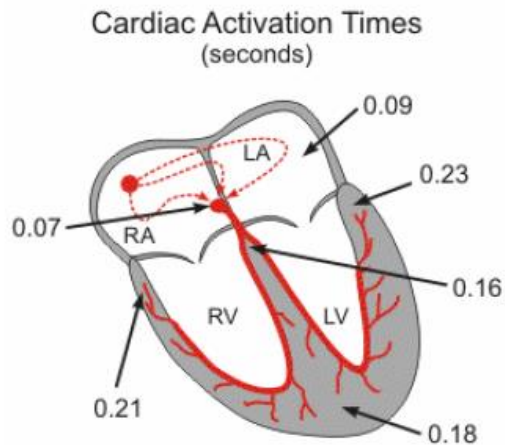
Elektrokardiografie

- **QRS komplex**
- Je elektrickou odezvou depolarizace srdečních komor.
- Malý negativní kmit Q je projevem depolarizace mezikomorového septa (okamžitý vektor směřuje doprava dolů), velký pozitivní kmit R je dán depolarizací srdečního hrotu a myokardu komor (vektor směřuje doleva dolů) a malý negativní kmit S souvisí s pozdní depolarizací myokardu komor (díky mohutnější svalovině levé komory směřuje vektor doleva a poté při aktivaci bazální části levé komory doleva nahoru).
- Šířka QRS komplexu odpovídá době šíření vzruchu v myokardu komor.



Elektrokardiografie

- **Interval ST**
- Je izoelektrický úsek po skončení depolarizace srdečních komor, kdy se svalové buňky nacházejí ve fázi plató a myokard nevytváří el. aktivitu.
- **Vlna T**
- Je projevem repolarizace komor. Sumační vektor je stejný jako při depol.
- **Vlna U**
- Lze ji zaznamenat jen někdy. Zřejmě je projevem repolarizace papilárních svalů.



Elektrokardiografie

- Lze se setkat s 1-, 3-, 6-, 12- nebo vícekanálovými EKG přístroji.



<http://www.physiomed.cz/>

<http://www.amedas.sk/>

<http://www.seiva.cz>

<http://www.petas.com.tr/>

<http://www.margotmedical.pl/>

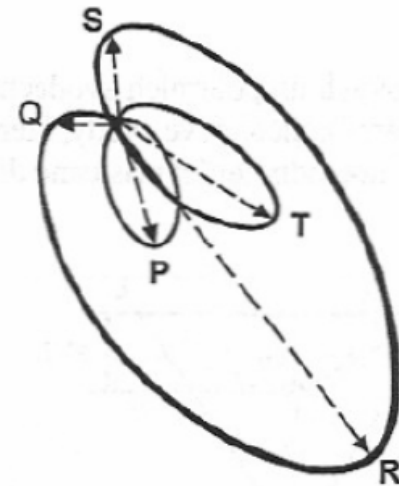
Elektrokardiografie

- **Holterovo monitorování**

- Je speciální EKG metoda, která slouží k dlouhodobému záznamu elektrické aktivity srdce. Některé nemoci srdce (arytmie, námahová ischemie, apod.) se totiž mohou objevit jen při určitých činnostech a při běžném EKG vyšetření se nemusí projevit.
- Záznam EKG se pořizuje ze dvou nebo ze tří svodů po dobu 24 nebo 48 hodin. Pacient nosí přístroj stále s sebou a může vykonávat všechny běžné denní činnosti.
- Nalepovací elektrody se umísťují na hrudník a s přístrojem, který se obvykle nosí na opasku, jsou spojeny kabelem.
- Záznam se ukládá do paměti a po skončení monitorování je vyhodnocen lékařem. Pacient by si měl během monitorování vést deník, ve kterém si zaznamenává veškeré prováděné činnosti a pociťované obtíže.
- Některé Holtery jsou vybaveny tlačítkem, které vkládá do záznamu značku, na kterou se může lékař zaměřit.

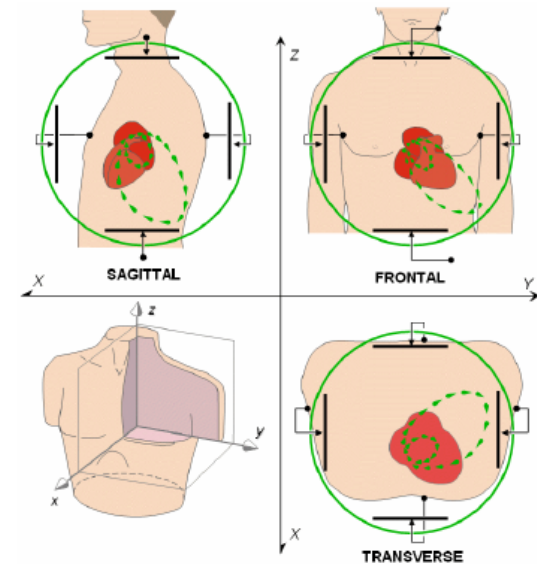
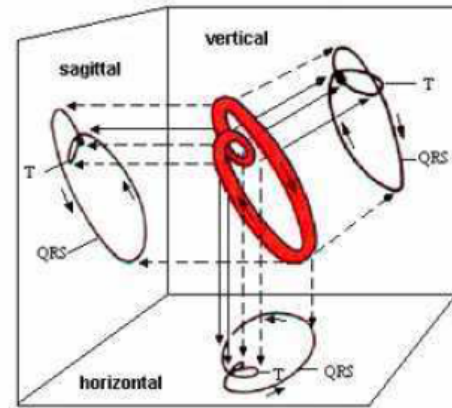
Vektorkardiografie

- Srdeční vektor mění v každém časovém okamžiku svou velikost i směr podle postupu vzruchové vlny srdcem.
- Pokud velikost i směr srdečního vektoru snímáme v každém časovém okamžiku, získáme grafický záznam elektrické aktivity srdce v podobě VKG smyčky – **vektorkardiogramu**.
- Během srdečního cyklu opisuje vektor čtyři smyčky: smyčka P vlny nebývá vždy zřetelná; smyčka QRS komplexu má tvar ovoidu, jejíž delší osa sleduje prostorové uložení elektrické osy srdce; smyčka T vlny bývá menší a tvarem odpovídá smyčce QRS.
- Fyziologicky rotují smyčky proti směru hodinových ručiček.
- Patologie se projevují změnou tvaru, směru a rychlosti rotace smyček. U specifických patologií mohou vznikat také neuzavřené smyčky.



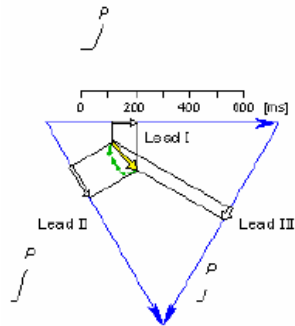
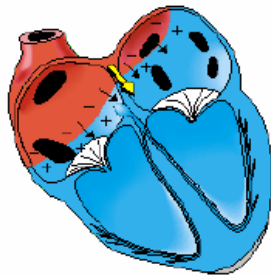
Vektorkardiografie

- Snímá ze svodů tří na sebe kolmých rovin (Frankovy systém) v rovině frontální, horizontální a sagitální.
- Metoda není v praxi příliš rozšířená. Interpretace VKG signálu je ve srovnání s EKG záznamem velmi obtížná a neumožňuje hlubší analýzu poruch srdečního rytmu. Přesto se využívá zejména pro výpočty EKG křivek a k archivaci záznamů. EKG křivky lze snadno získat pouhou derivací VKG signálů.
- Diagnosticky přínosná je např. při studiu vrozených srdečních vad a ischemických chorob, uplatňuje se při diagnostice blokády, infarktu myokardu, hypertrofie srdce, apod. Výhody nabízí také při studiu změn QRS komplexu, který je zde popsán pouze jediným parametrem.

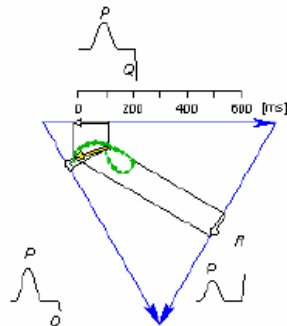


Vektorkardiografie

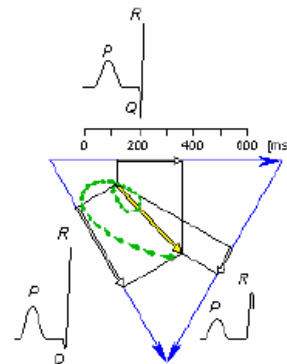
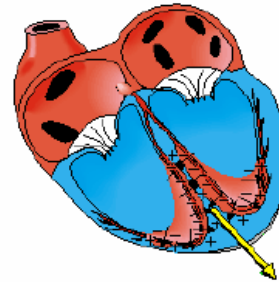
ATRIAL
DEPOLARIZATION
80 ms



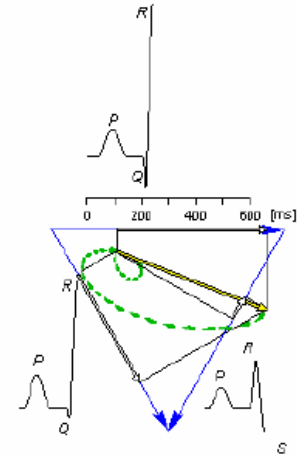
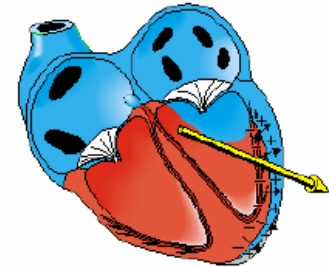
SEPTAL
DEPOLARIZATION
220 ms



APICAL
DEPOLARIZATION
230 ms

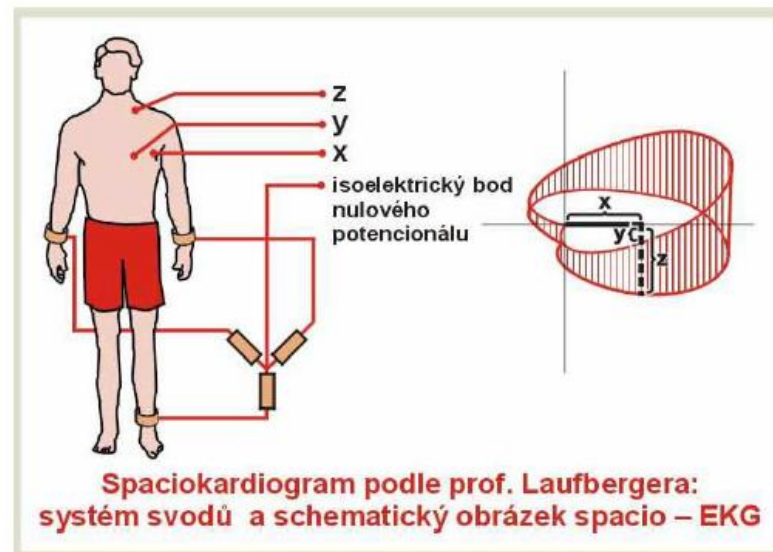


LEFT VENTRICULAR
DEPOLARIZATION
240 ms



Spaciokardiografie

- Je metoda trojrozměrného zobrazení elektrického pole srdce pomocí speciálního pravoúhlého systému svodů.
- Metodu vynalezl český lékař Vilém Laufberger v roce 1952.
- Soustavu tvoří tři na sebe kolmé osy (x, y, z) a povrch koule, jejíž poloměr je standardizovaná vzdálenost od srdečního elektrického středu.
- Experimentálním srovnáním s ostatními známými svodovými systémy bylo zjištěno, že SKG nemá nedostatky, které mají ostatní kardiografické snímací soustavy. Přesto se metoda v praxi neujala.

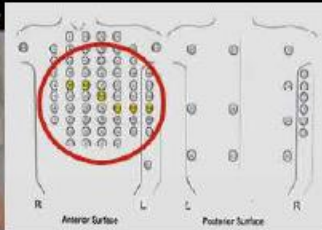


EKG mapování

The PRIME ECG® Technology



eECG Core Laboratory

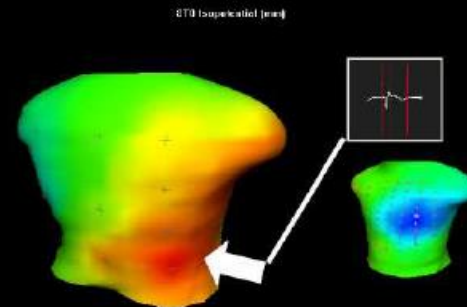


Single-Patient Disposable Vest

- Easily-applied, self-adhesive plastic strips containing 80 data collection points
- Radiolucent
- 360 degrees of spatial resolution including STD 12-lead ECG

the heart.org
Tom WESMD

Prime ECG: Waveform & Torso Linked



STD 12-lead ECG



Show/Hide/Reset
Value: 0.0

10 mm/mV ; 25 mm/sec ; 150 Hz filter ON ; Main Filter ON

Diagnosis: ALBIPOLY
PROMET
Hypertension

ADDITIONAL INDICATIONS
EXERCISE/STRESS ECG

Access Point: 0V/0V

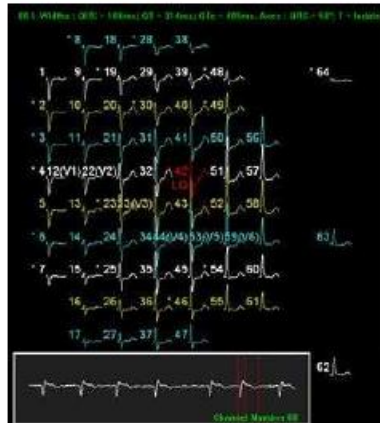
STD 12-lead ECG + 100ms
STD 12-lead ECG
Frontal Plane: 0V
Axis: 0V/0V + 50°
Indeterminate

the heart.org
Tom WESMD

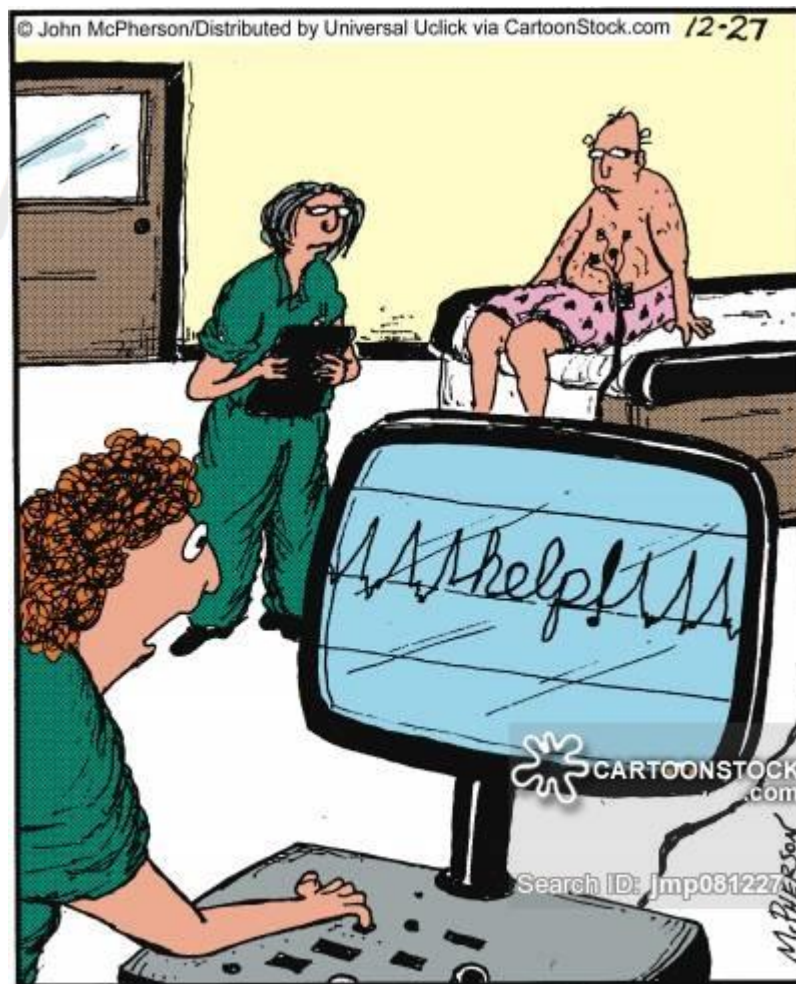
eECG Core Laboratory



- <http://www.theheart.org/>
- <http://www.primeecg.uk.com/>
- <http://medgadget.com/>
- <http://medgadgetenglish.s3.amazonaws.com/>



Děkuji za pozornost



"Hey, Lori! Take a look at Mr. Geckler's EKG!"