

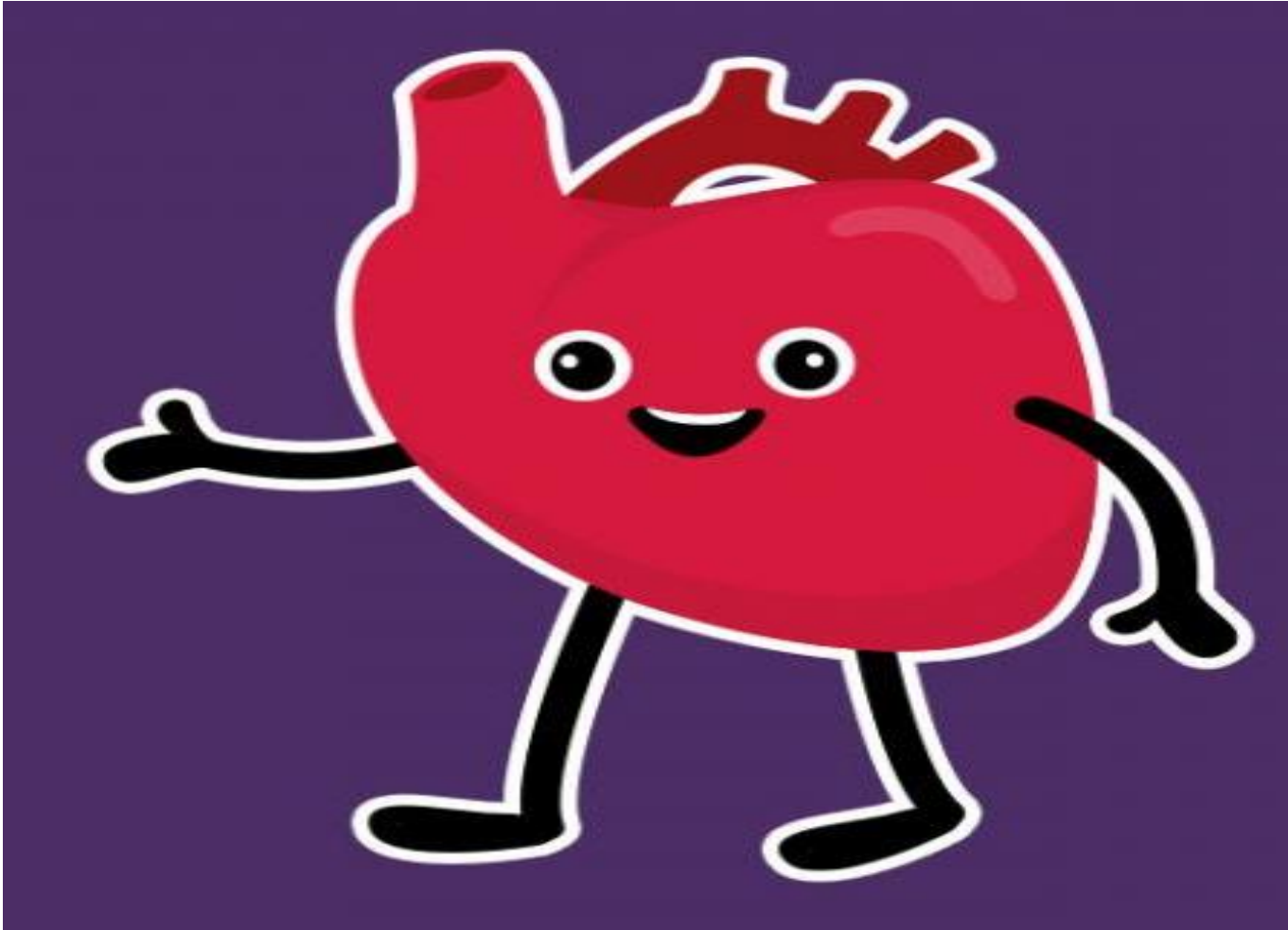
Právna informácia UK

Táto prezentácia/prednáška je študijný materiál chránený autorskými právami, ktorý je určený výhradne pre študentov Jesseniovej lekárskej fakulty Univerzity Komenského na študijné účely.

Neoprávnené nakladanie s obrazovo-zvukovým, obrazovým, zvukovým alebo iným záznamom tejto prezentácie/prednášky, alebo jej časti, vrátane neoprávnených úprav, a ich ďalšie nedovolené šírenie, či poskytovanie neoprávneným osobám akýmkoľvek spôsobom sa bude považovať za porušenie vnútorného predpisu č. 16/2017 Etický kódex Univerzity Komenského v Bratislave v znení neskorších dodatkov („Etický kódex UK“) a bude mať za následok vyvodenie právnej zodpovednosti.

Podľa povahy a intenzity protiprávneho konania študenta a ďalších okolností, môžu byť prípady porušenia Etického kódexu UK spojené s vyvodzovaním právnych dôsledkov voči študentovi v akademickej, trestnoprávnej, občianskoprávnej alebo disciplinárnej rovine.“

FYZIOLÓGIA KARDIOVASKULÁRNEHO SYSTÉMU



prof. MUDr. Ingrid Tonhajzerová, PhD.

Fyziológia – čo znamená?

physis – príroda, život, *logis* – náuka, veda

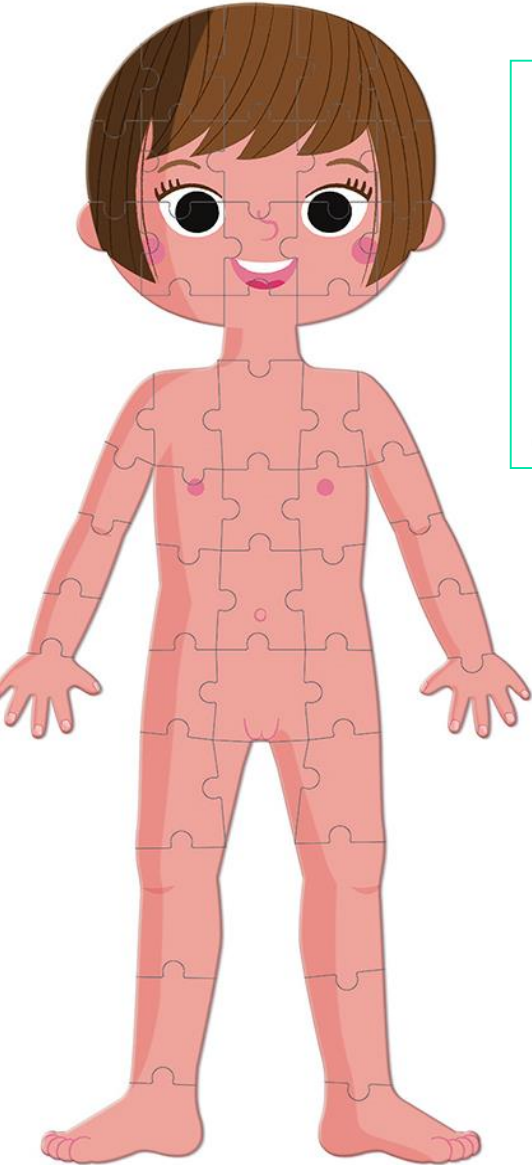
Lekárska fyziológia

-štúdium funkcií ľudského organizmu ako celku





ČO VŠETKO MÔŽEME ŠTUDOVAŤ ?



Fyziológia krvi

Fyziológia kardiovaskulárneho systému

Fyziológia respiračného systému

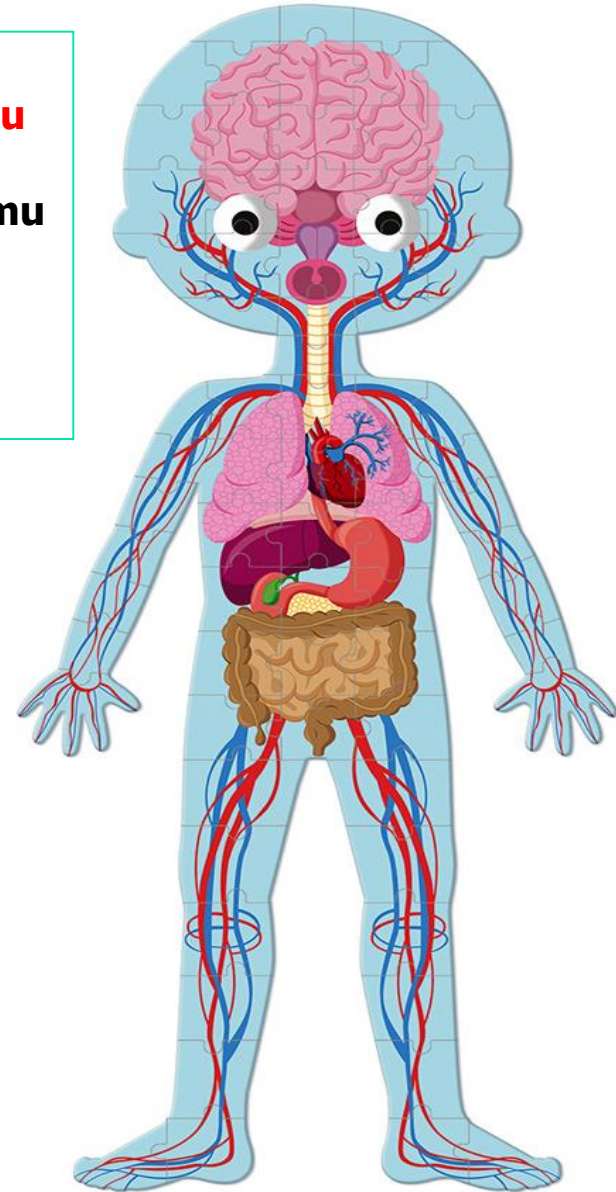
Fyziológia gastrointestinálneho systému

Fyziológia endokrinného systému

Fyziológia urogenitálneho systému

Fyziológia nervového systému

....



SRDCE:

- **srdce** vykonáva **najvyššiu fyzickú činnosť zo všetkých svalov** v tele, chyťte tenisovú loptičku a stlačte ju najpevnejšie ako viete - takouto silou vaše srdce pumpuje krv
- počas priemerného života vypumpuje srdce 1,5 milióna barelov krvi - cca 200 cisternových železničných vagónov...
- **smiech** zvyšuje prietok krvi v tele až o 20 % a **uvolňuje cievy**
- ľudské srdce: 250-300 g, modrá veľryba - 680 kilogramov!
- **najväčšou hrozbou pre zdravie človeka je ochorenie srdca – vyššie vzdelanie – vyššie riziko KV ochorení**
- počet infarktov vrcholí 24. 12., potom 26. 12 a 1. 1. a najpravdepodobnejší čas infarktu je v pondelok ráno...

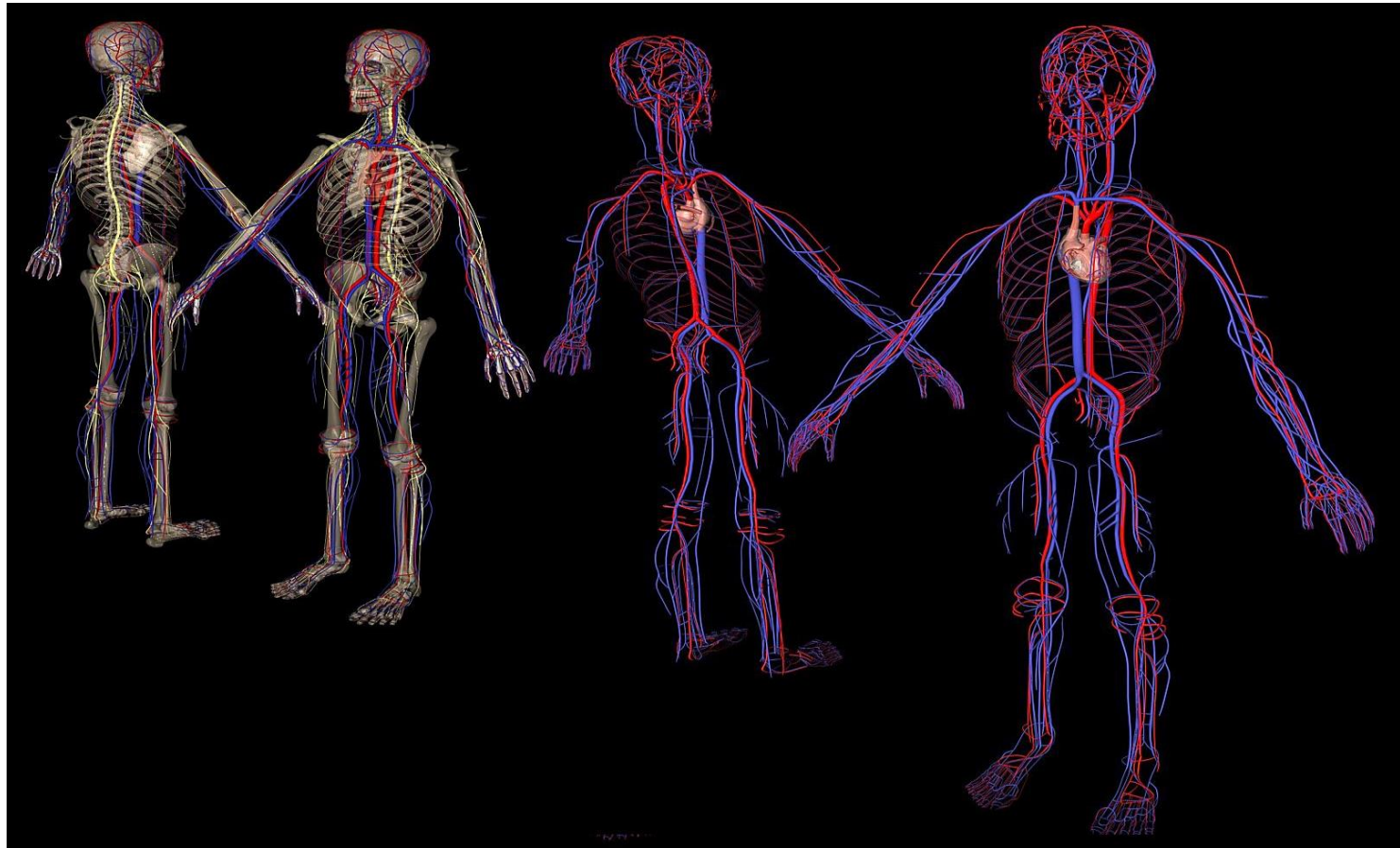
Fyziológia kardiovaskulárneho systému

SRDCE

tlaková pumpa –práca na prekonanie odporu ciev

CIEVY

artérie, vény, kapiláry



Fyziológia kardiovaskulárneho systému

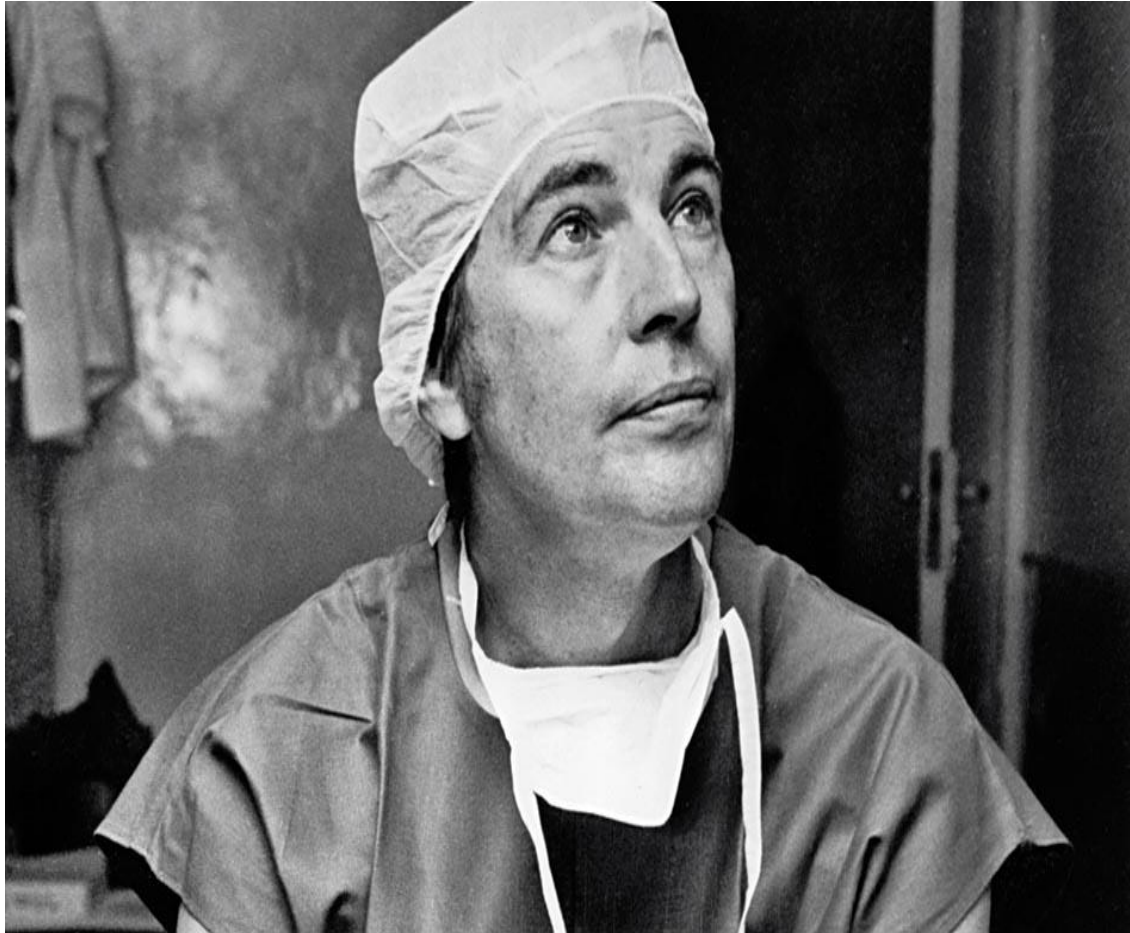


Fyziológia srdca

Kardiocentrická filozofia – „srdce – duševná činnosť“
(Aristoteles)

Trochu história...

Christiaan Neethling Barnard (1922 – 2001)



Transplantácia srdca

- 3. decembra 1967 v skorých ranných hodinách v Kapskom meste
- Pacient: Louis Washkansky, 54-ročný obchodník s potravinami, trpel cukrovkou a mal nevyyliečiteľné ochorenie srdca.
- Zomrel o 18 dní – zápal pľúc



- 5 dní neskôr transplantoval chirurg Adrian Kantowitz v nemocnici v Brooklyne (USA) detské srdce
- pacient ale zomrel krátko po operácii.



Československo:

1. transplantácia sa uskutočnila 9. júla 1968
0(prvá v strednej a východnej Európe)
- II. chirurgická klinika LF UK v Bratislave
 - MUDr. Karol Šiška a MUDr. Ladislav Kužela.
 - Pacient: 54-ročná žena, zomrela 5 hodín po transplantácii na následky iných ochorení

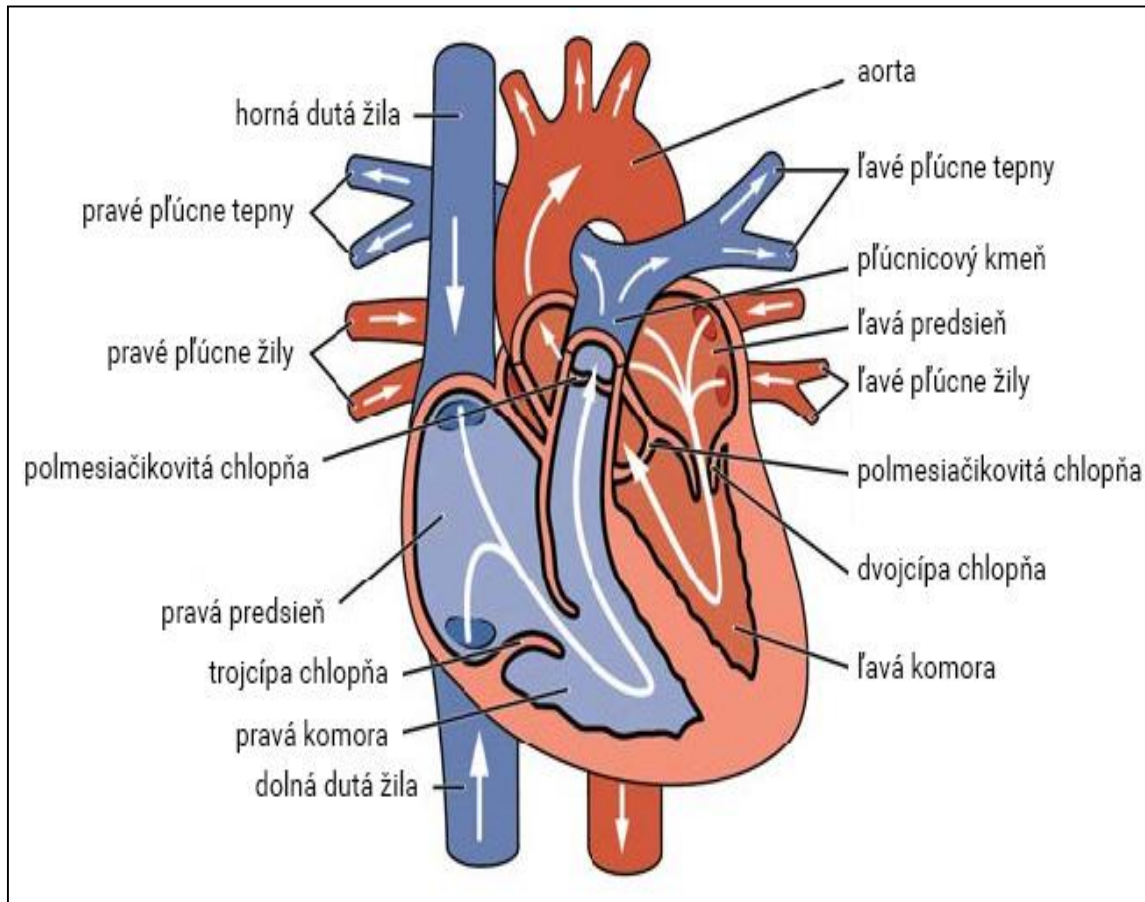
Fotka, ktorá obletela svet:

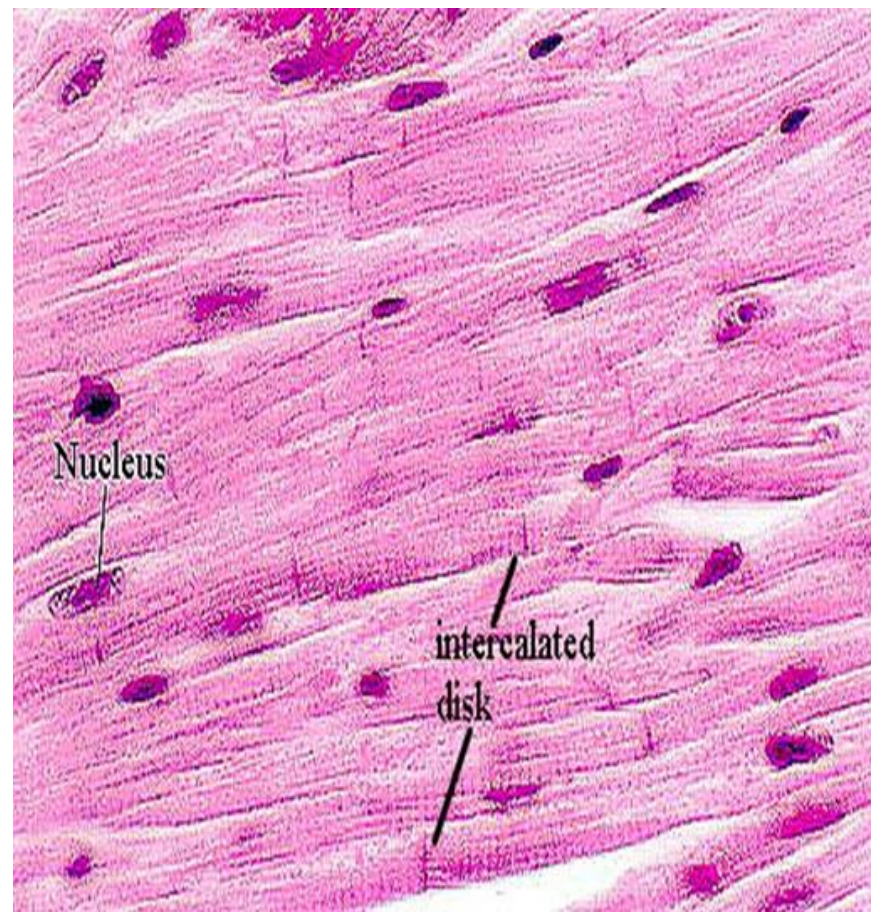
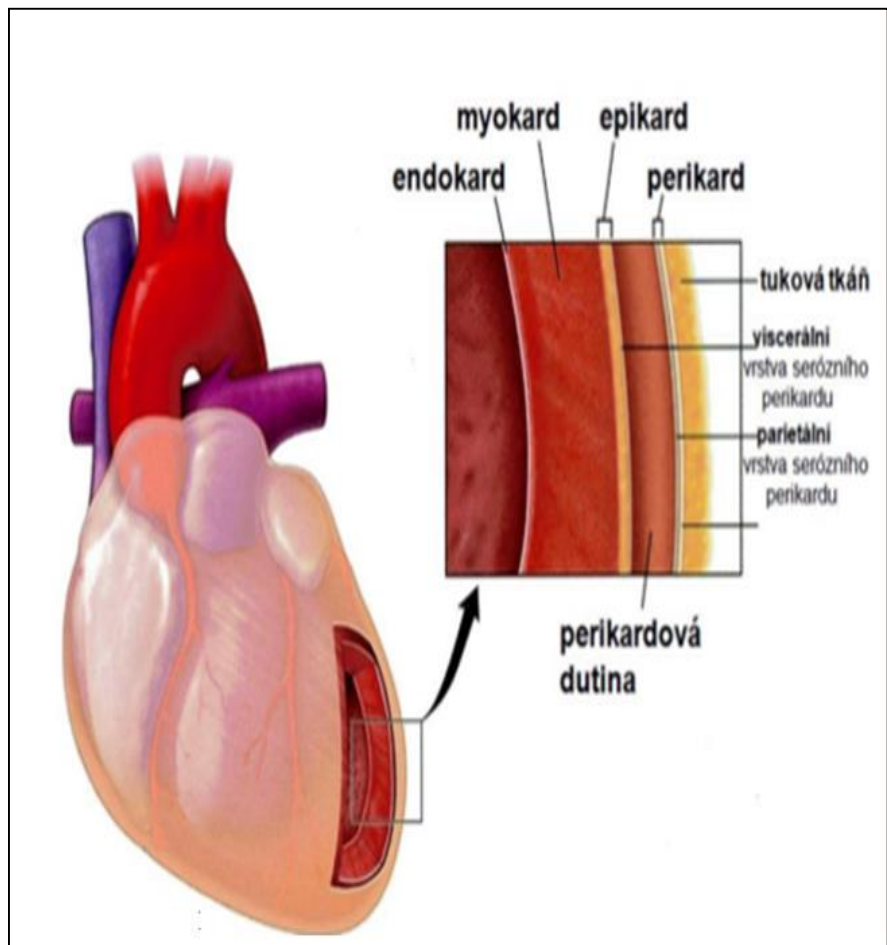
1987 - doktor Zbigniew Religa po 23-hodinovej operácii transplantácie srdca

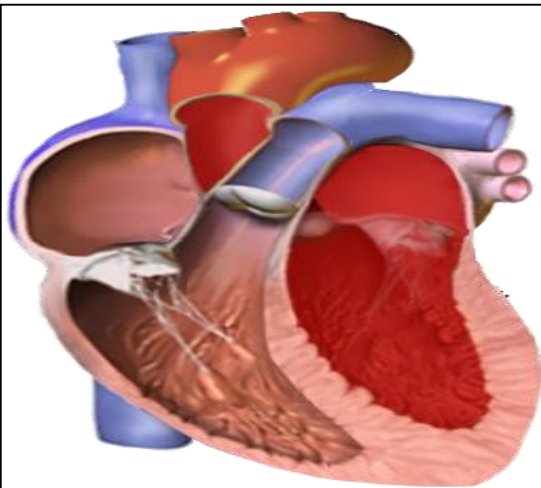


SRDCE

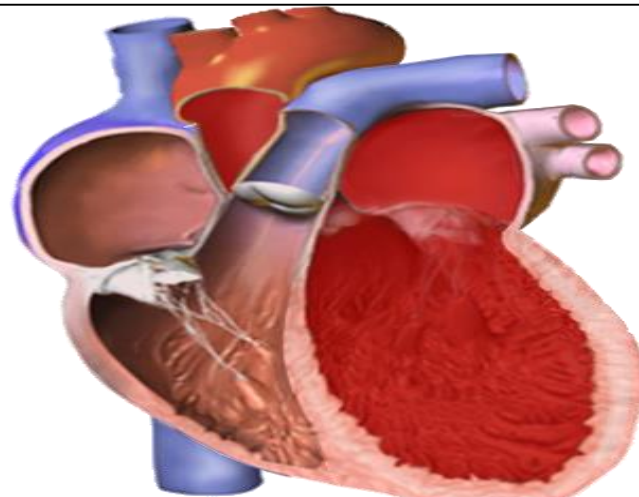
- 2 osobitné pumpy – pravé/ľavé srdce
- každá – z 2 púmp – predsieň/komora



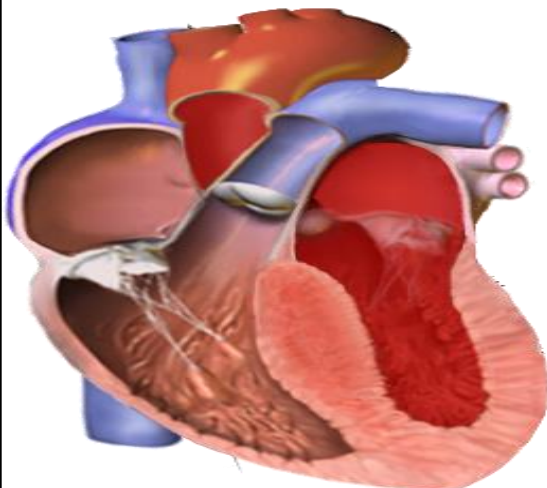




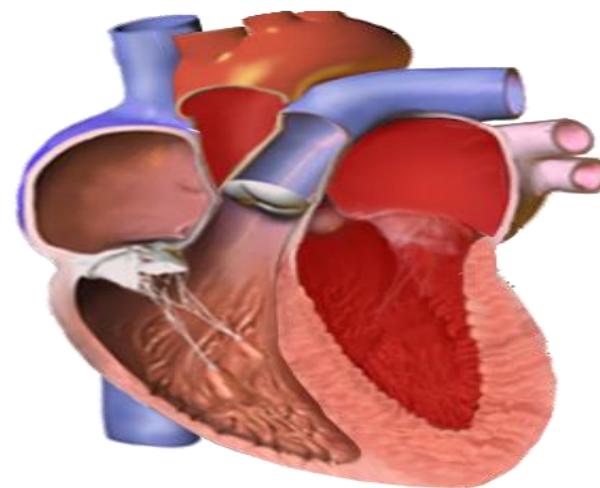
Normal



Dilated

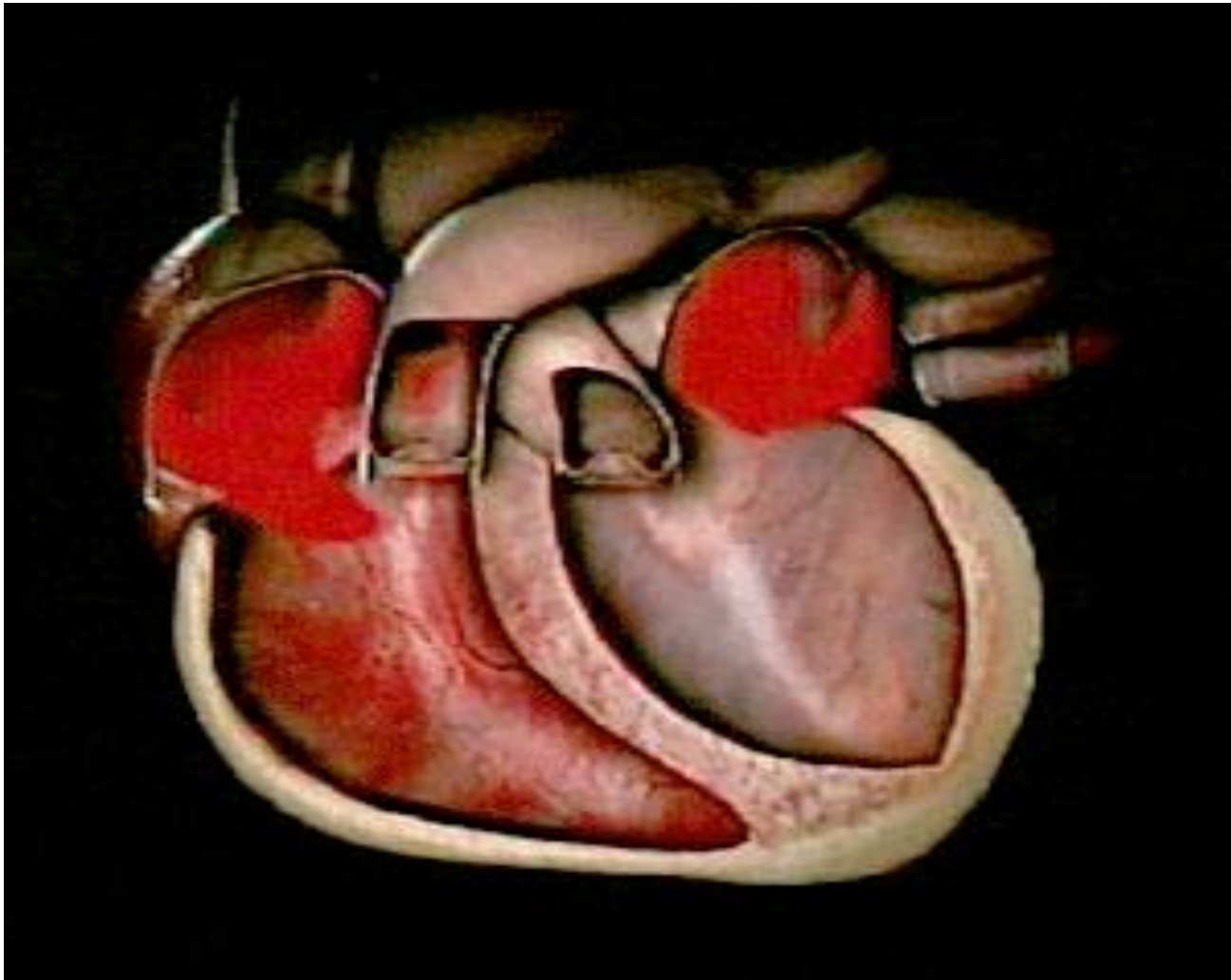


Hypertrophic



Restrictive

Ako nám srdce pracuje ?



Ako nám srdce pracuje ?

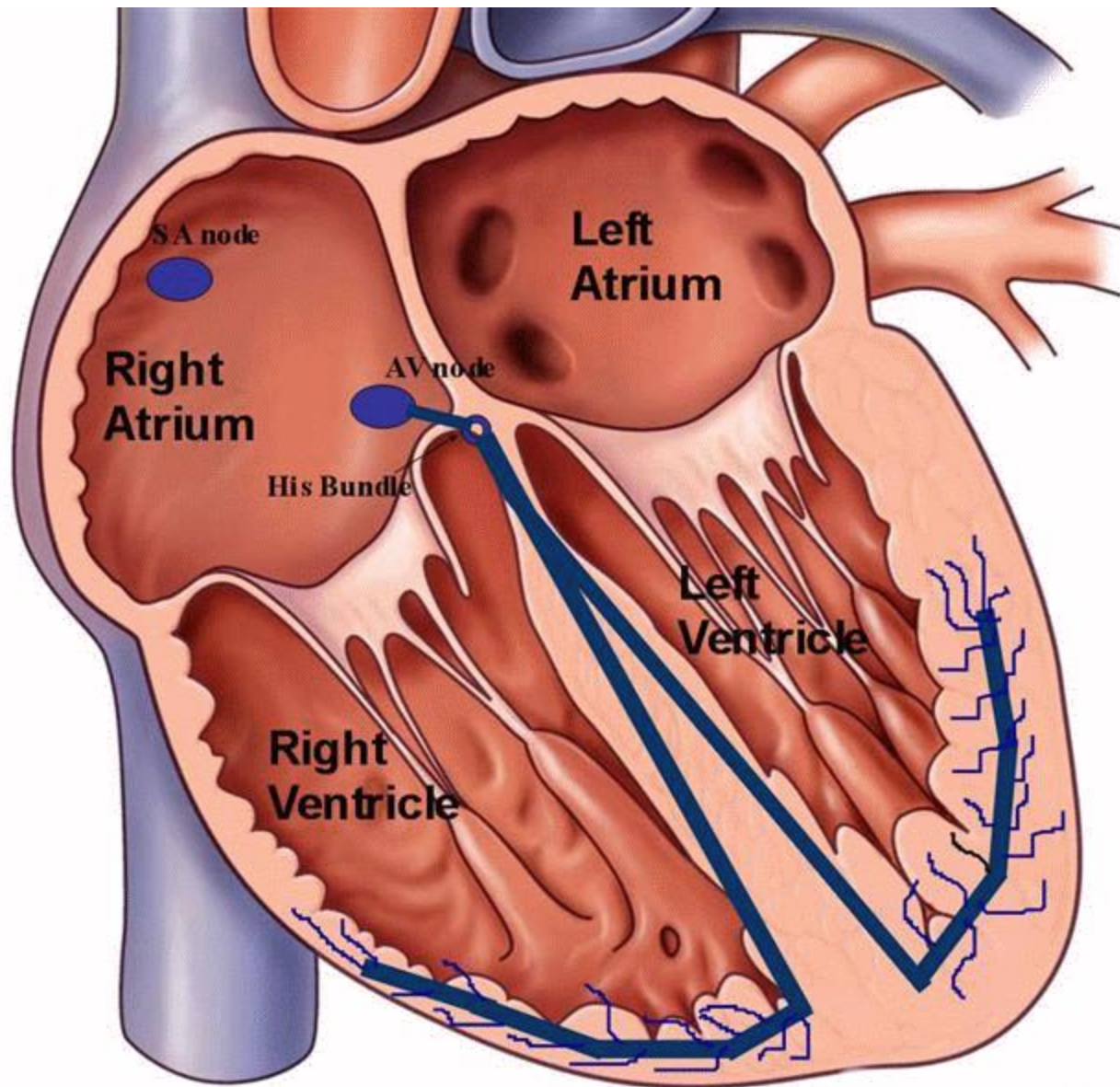
- 1) Autonómna funkcia (automacia - chronotropia)
- 2) Vodivosť (konduktivita - dromotropia)
- 3) Vzrušivosť (excitabilita - batmotropia)
- 4) Sťažlivosť (kontraktilita - inotropia)
- 5) Rytmicita

Frekvencia srdca = cca 72/min
cca 104 000/deň,

Výdaj srdca
cca 5 l/min
cca 7200 l/deň

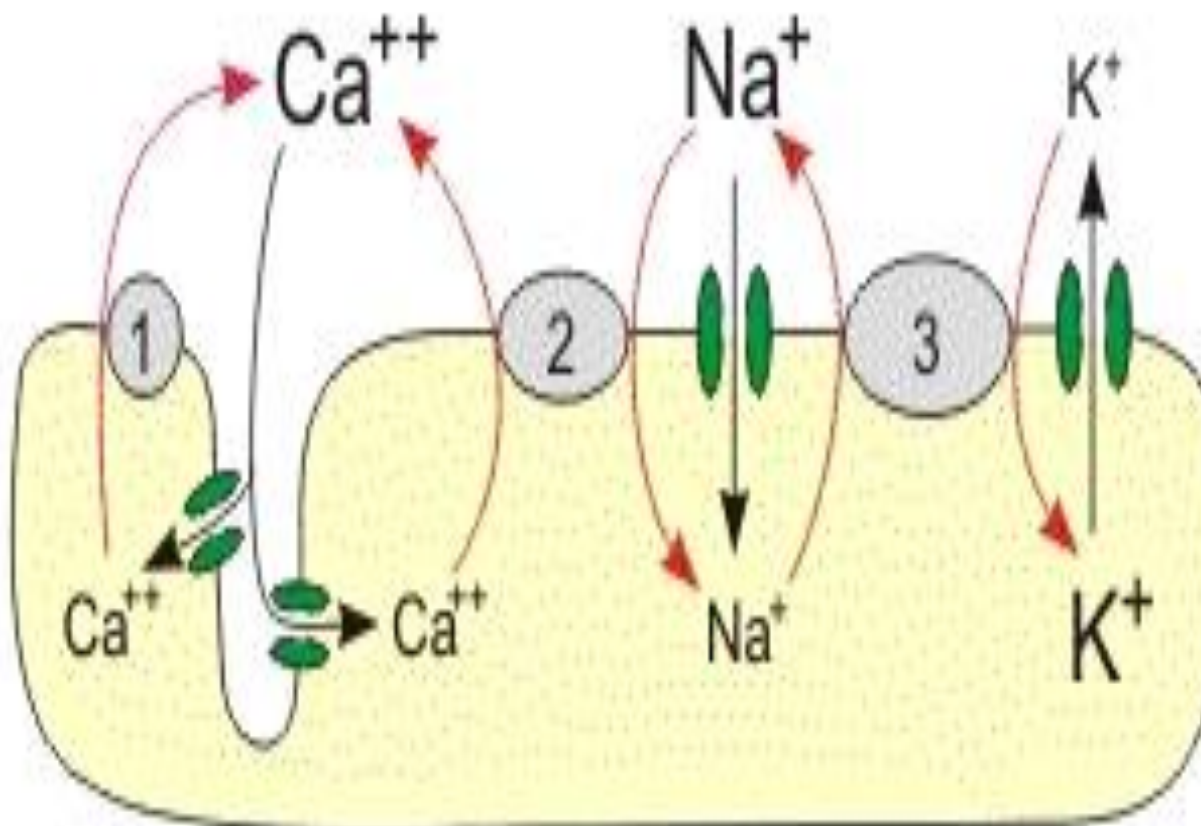
- nedávne štúdie dokázali, že keď zbor spieva, srdcový rytmus jeho členov sa synchronizuje

(zdroj: <https://vedanadosah.cvtisr.sk/zdravie/ako-funguje-nase-srdce/>)



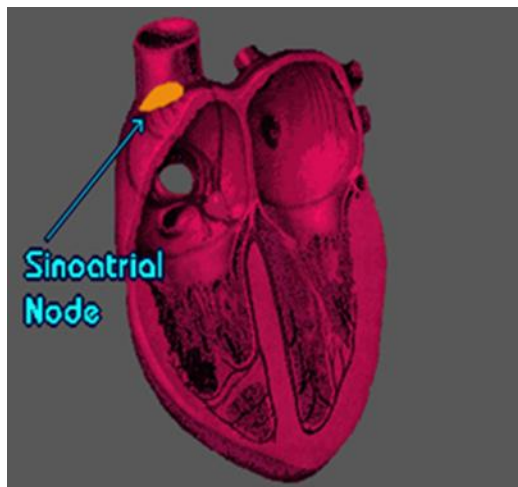
Úloha iónov

Sodík:	135 – 145 (150) mmol/l
Draslík:	3,6 - 4,8 mmol/l
Celkový vápník:	2,15 – 2,55 mmol/l

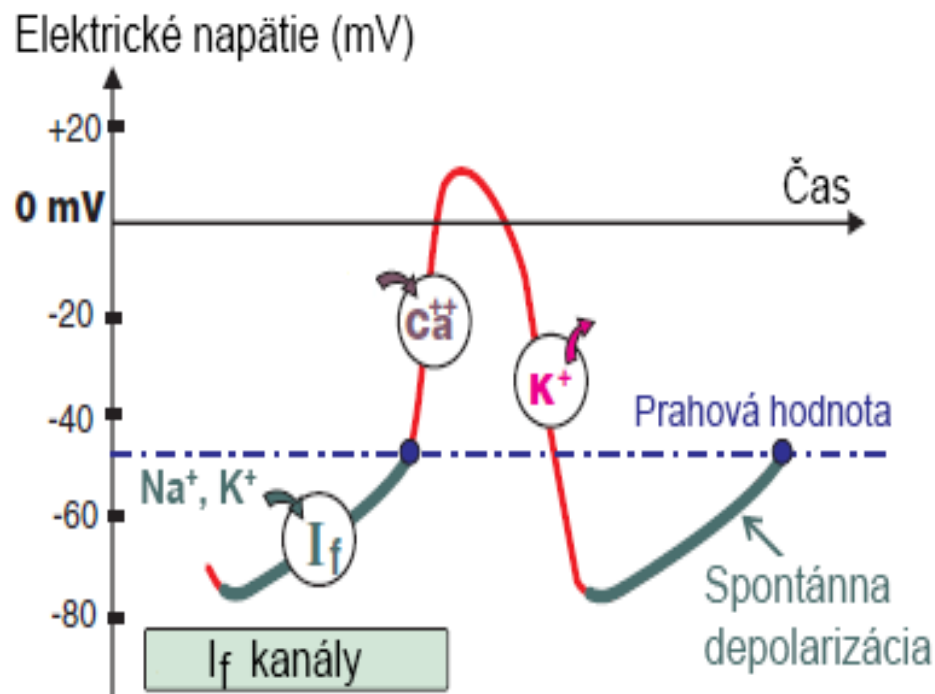
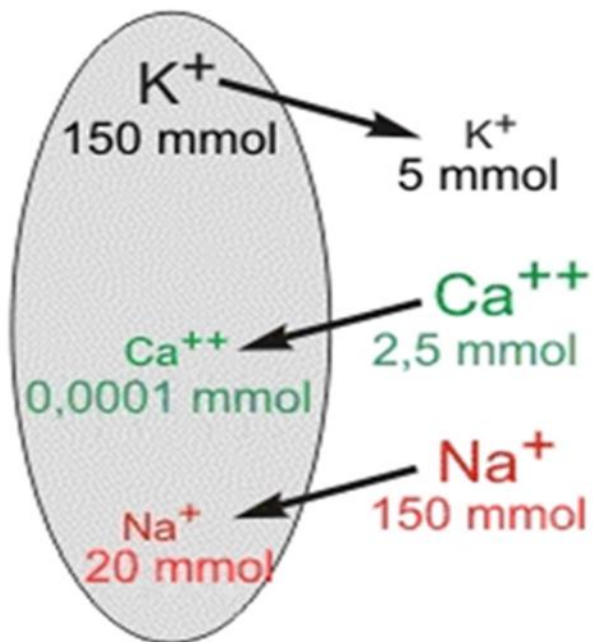


Sinoatriálny uzol

AUTOMATICITA

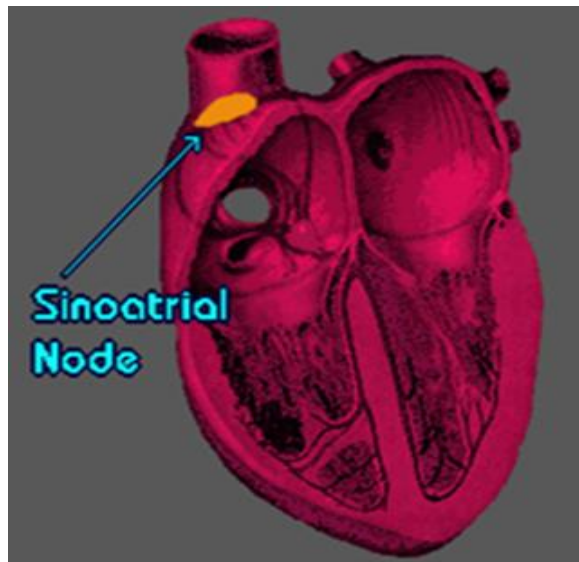


Normokardia: 60 – 100 bpm

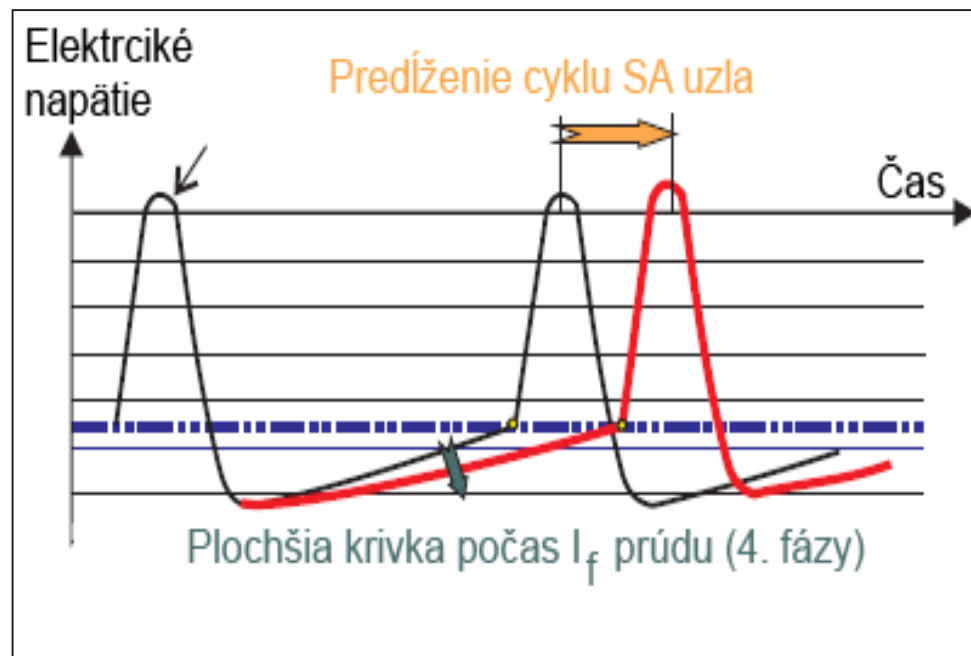
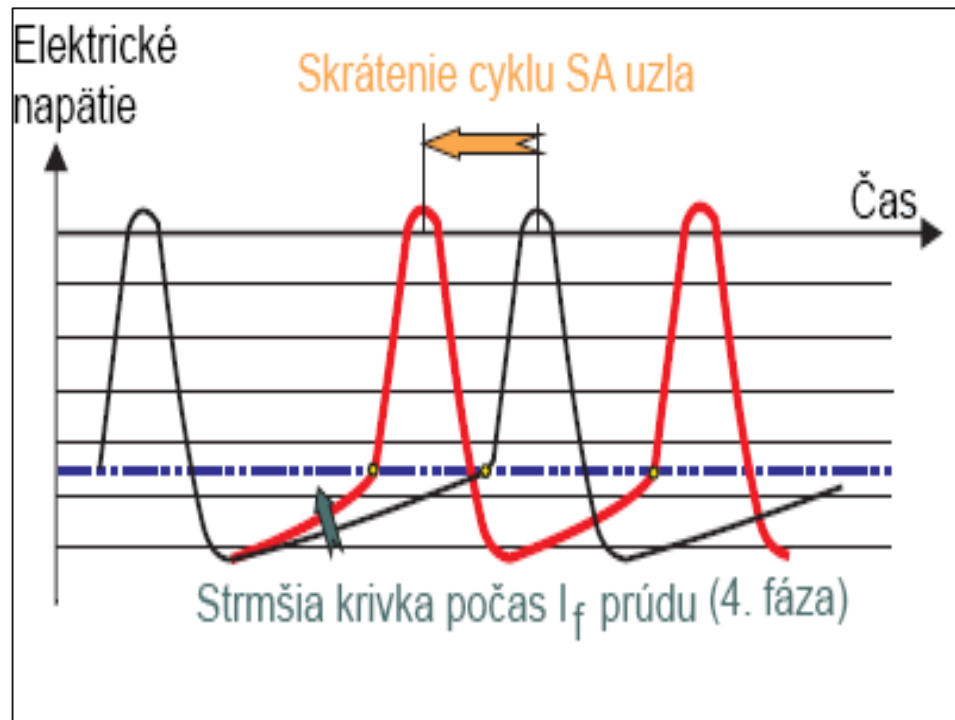


Zdroj: <https://www.techmed.sk/akcny-potencial/>

Tachykardia: nad 100 bpm

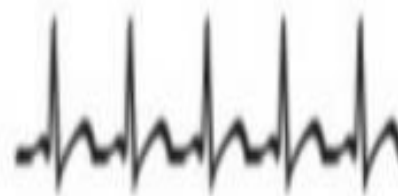


Bradykardia: pod 60 bpm





SA uzol
60-100/min.



AV uzol
40-60/min.

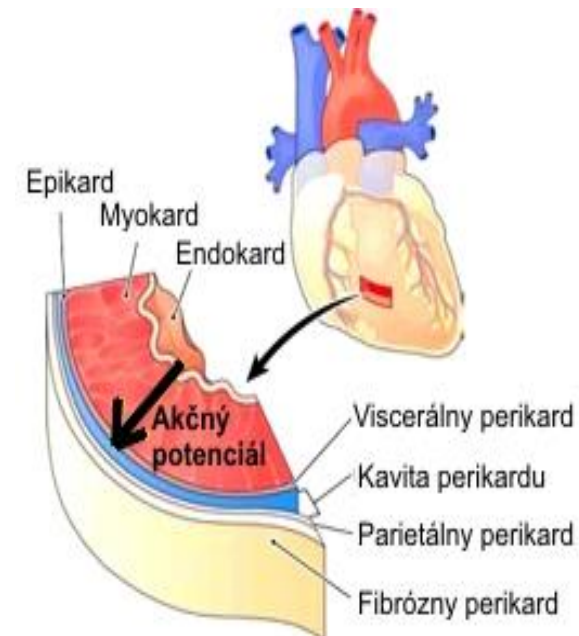
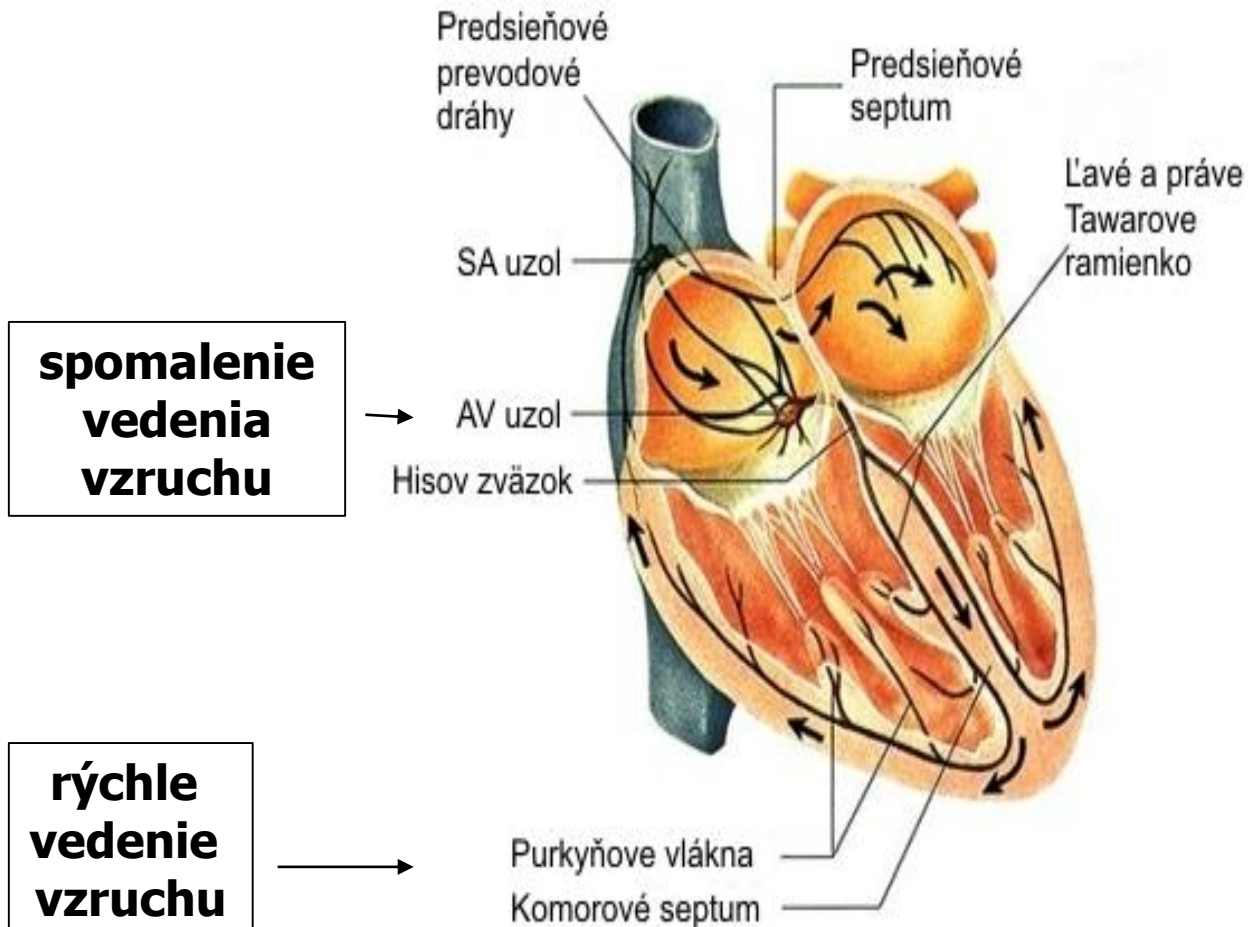


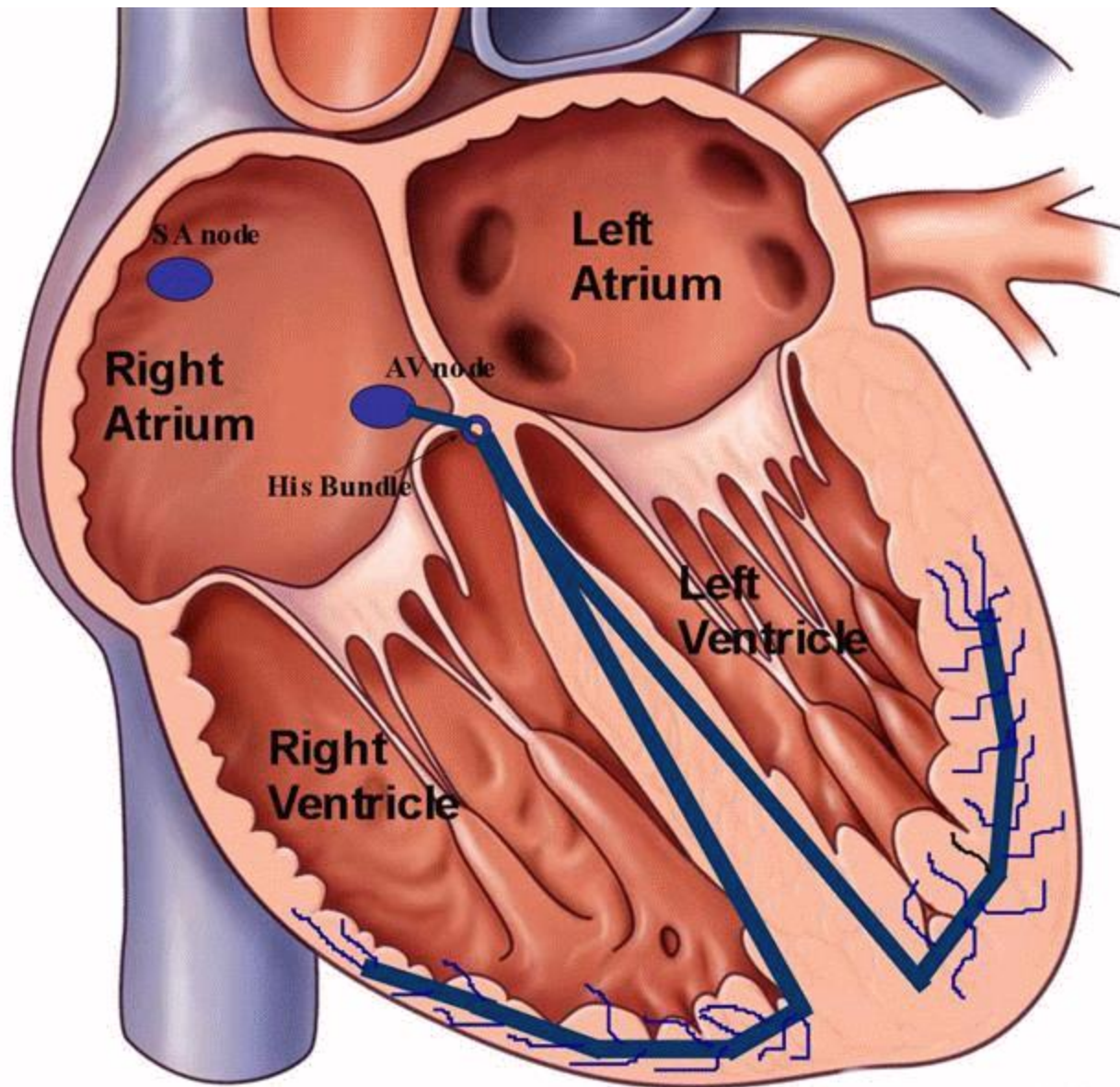
Purkyňové
vlákna
20-40/min.



Prevodový systém srdca

Začína v SA uzle a končí v Purkyňových vláknach





EXCITABILITA

= schopnosť reagovať kontrakciou na podnet

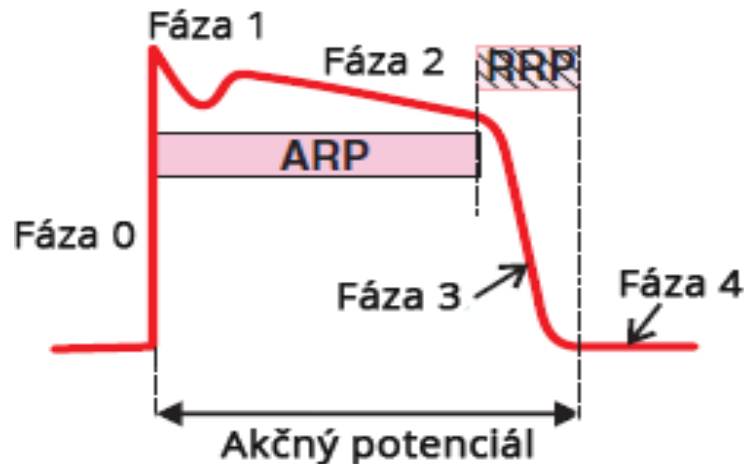
Fázy:

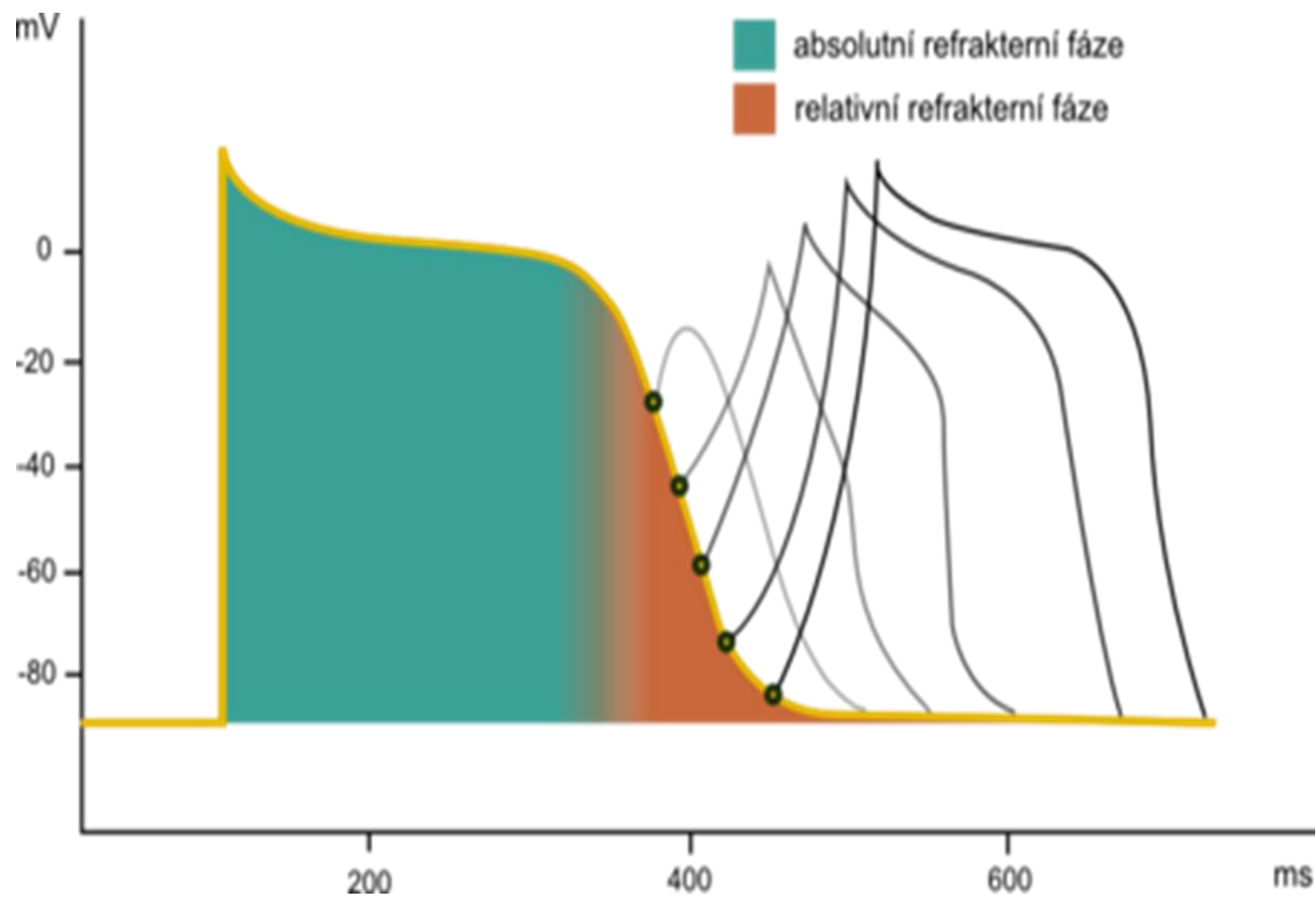
Absolútna refraktérna fáza

depolarizovaný kardiomyocyt sa nedá depolarizovať ďalším podnetom

Relatívna refraktérna fáza

podráždenie je možné vykonať, ale len silnejším nadprahovým podnetom

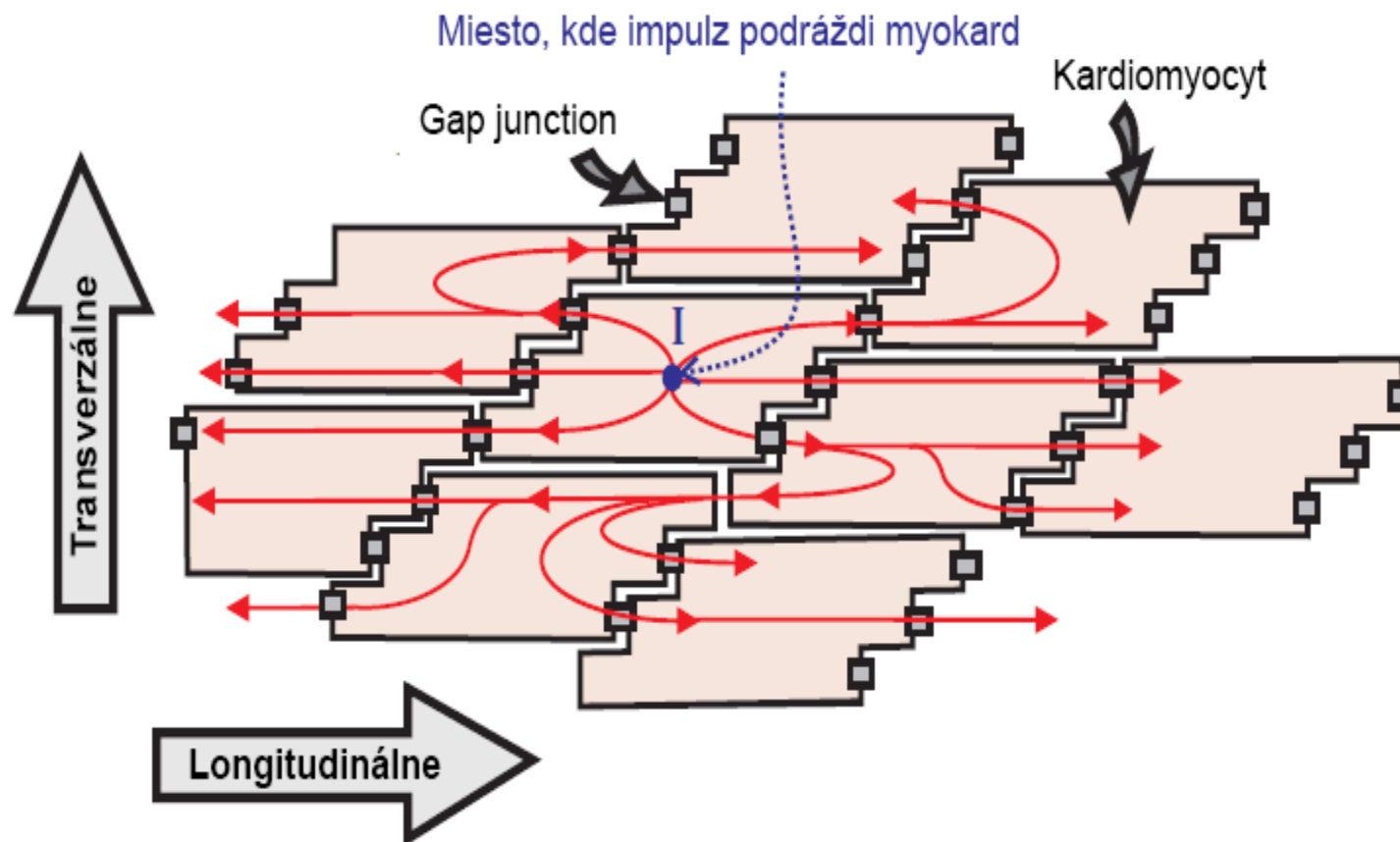




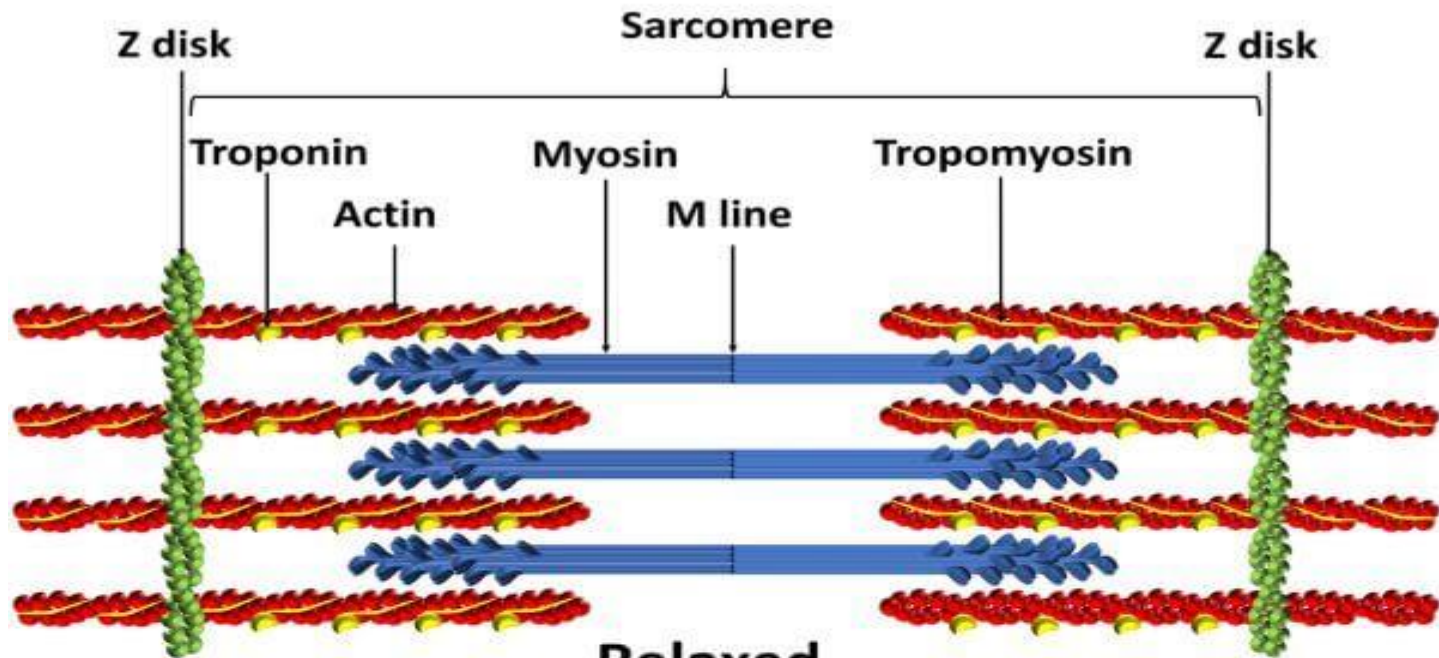
EXTRASYSTOLY

irregular rhythm





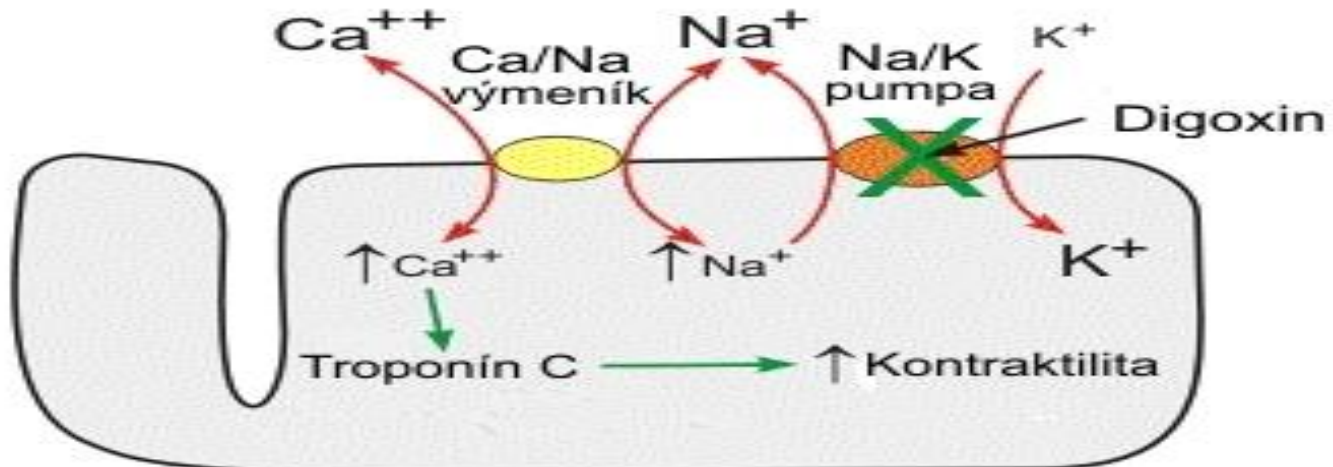
KONTRAKTILITA

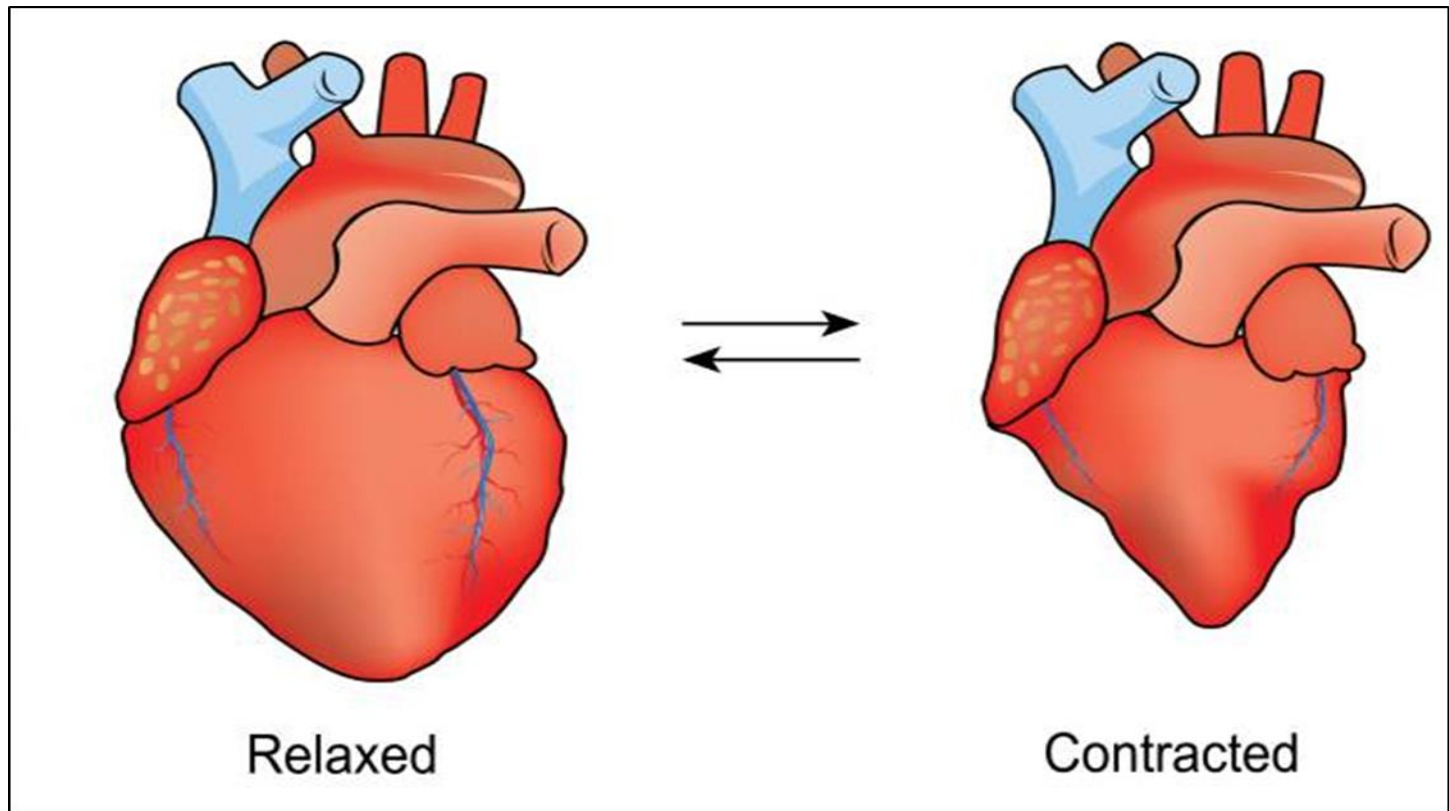


Relaxed

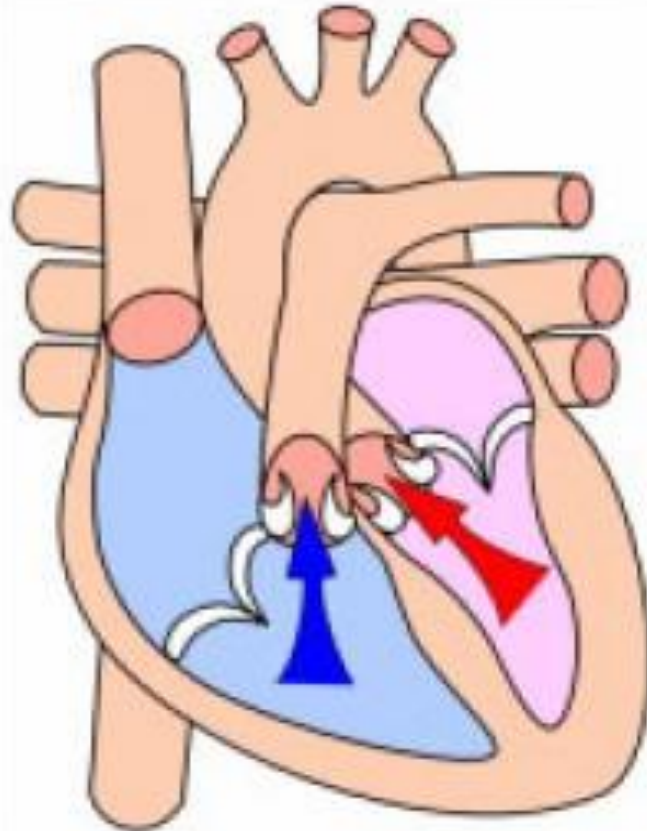
↓ + ATP, Ca^{2+}

Contracted

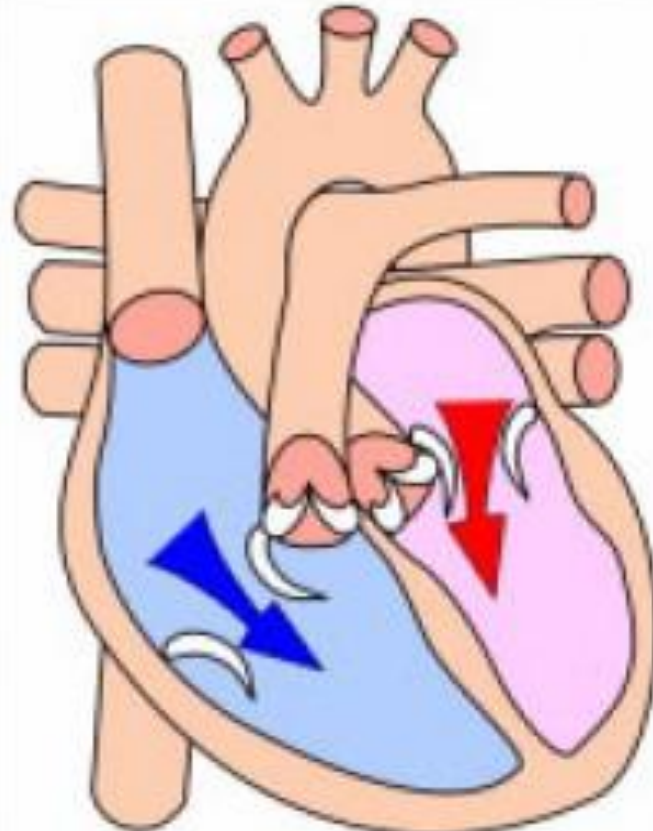




Pokoj: 4-6 l/min
Zát'áž: zväčšenie V až 4-7x

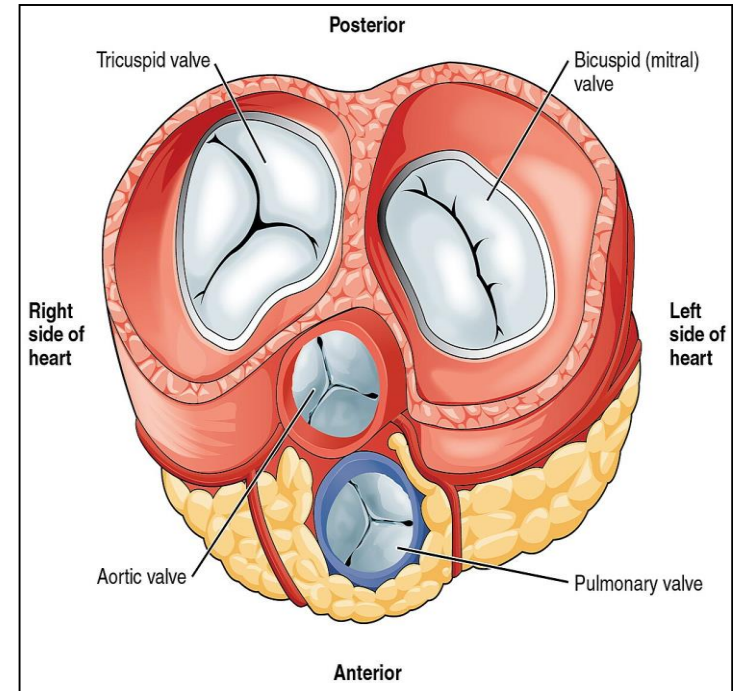
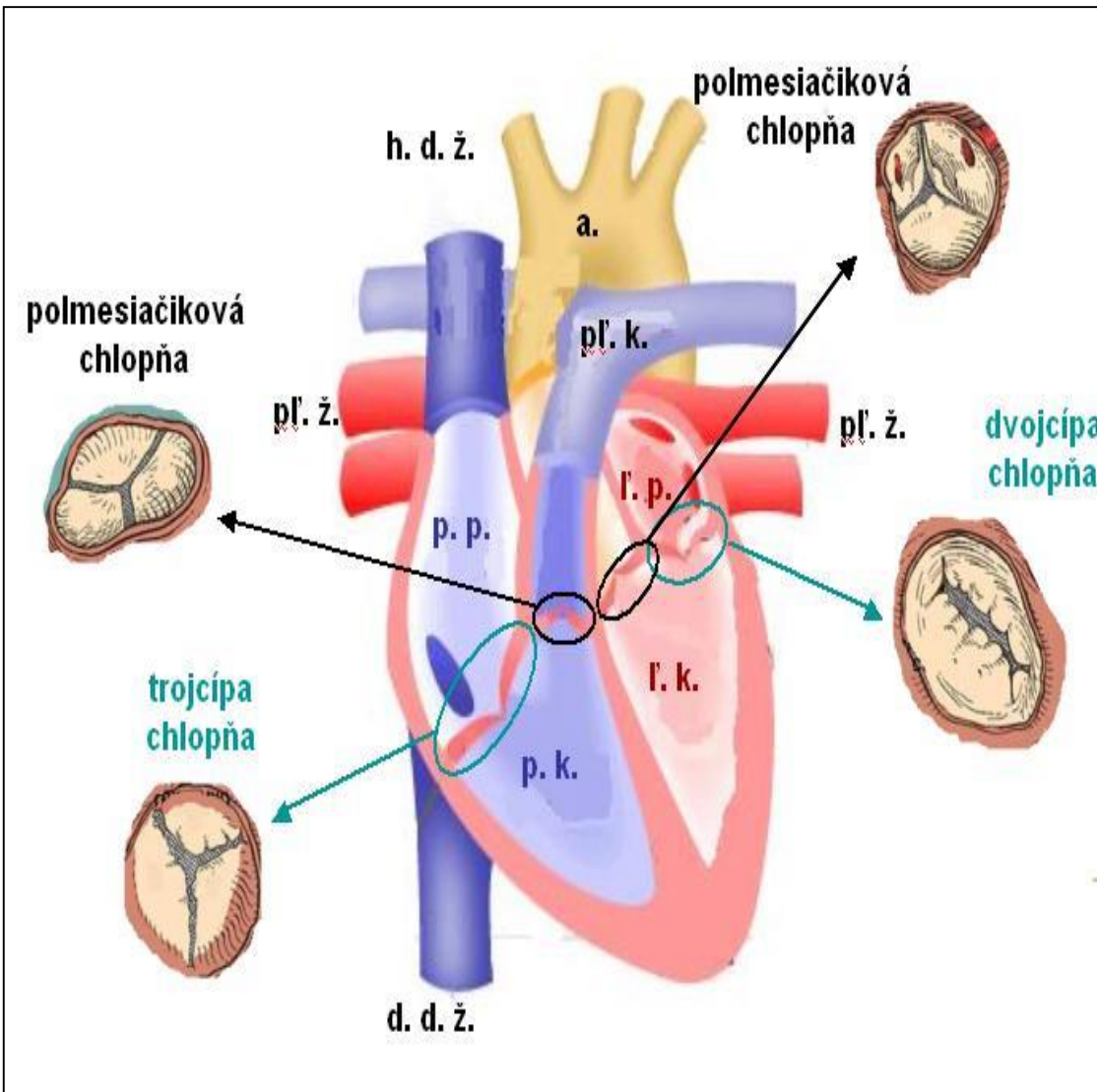


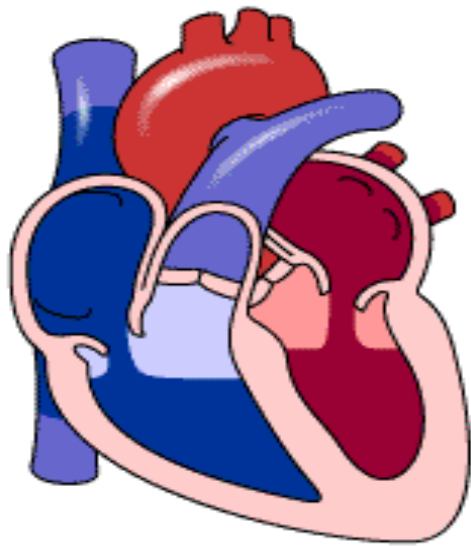
systola



diastola

FUNKCIA CHLOPNÍ

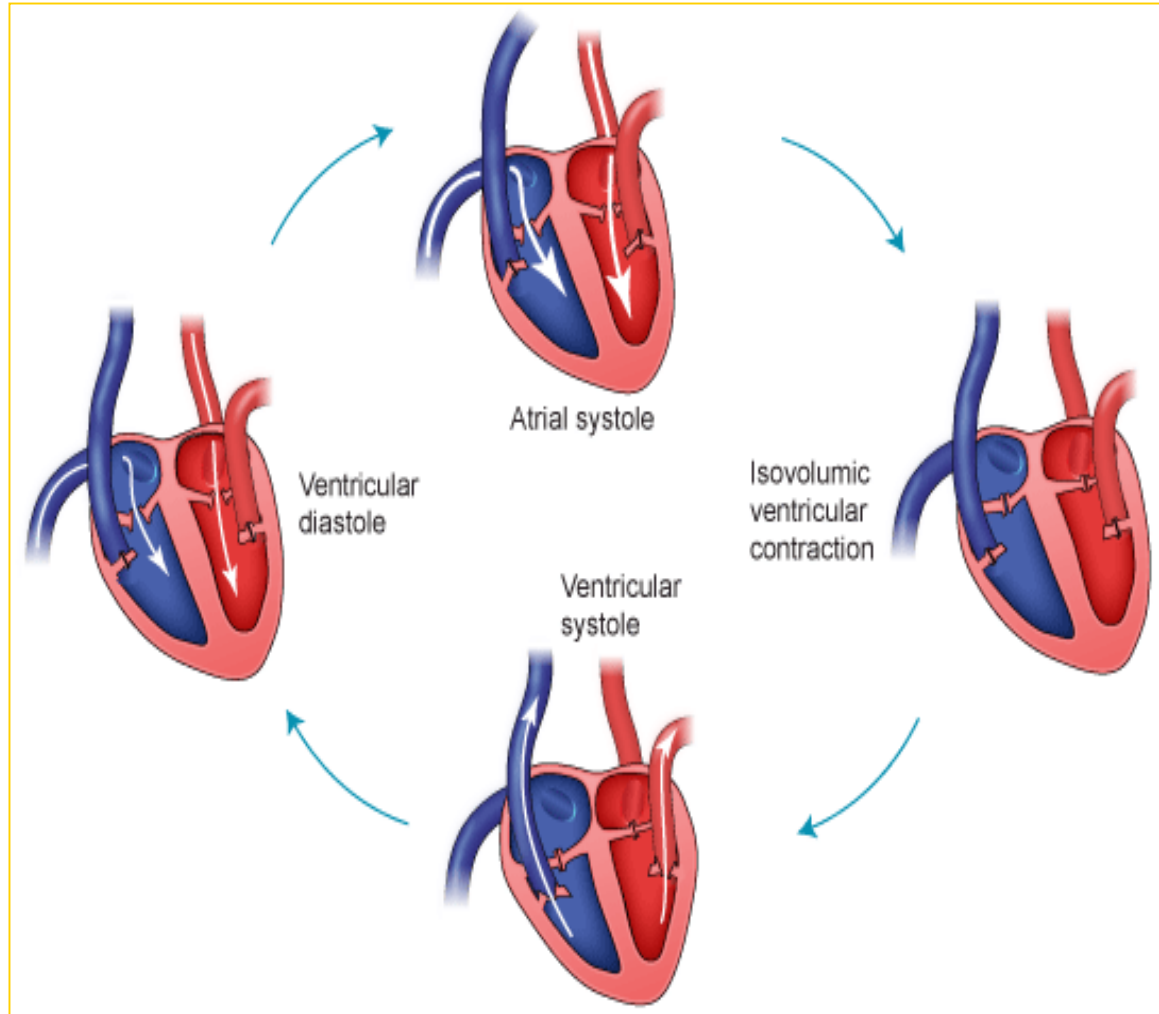




SRDCOVÝ CYKLUS

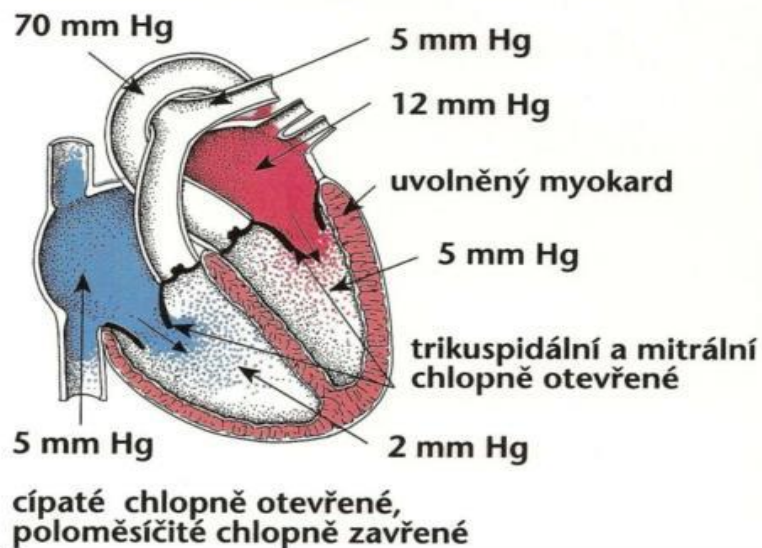
systola: kontrakcia
diastola: relaxácia

1. Tlakový gradient
2. Funkcia chlopní

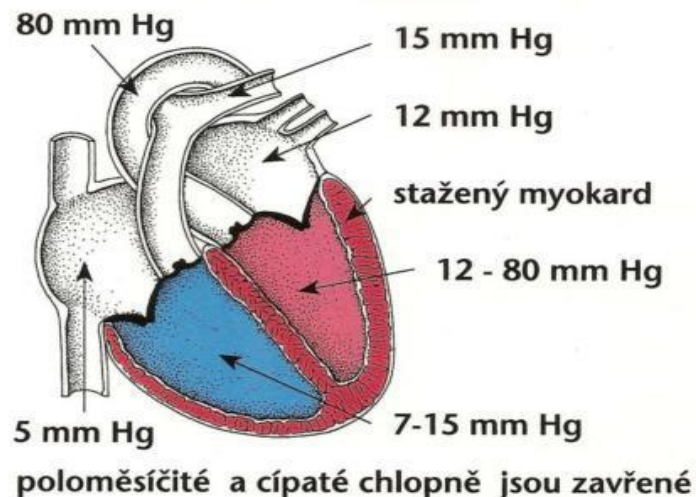


Pohyb krve v srdci

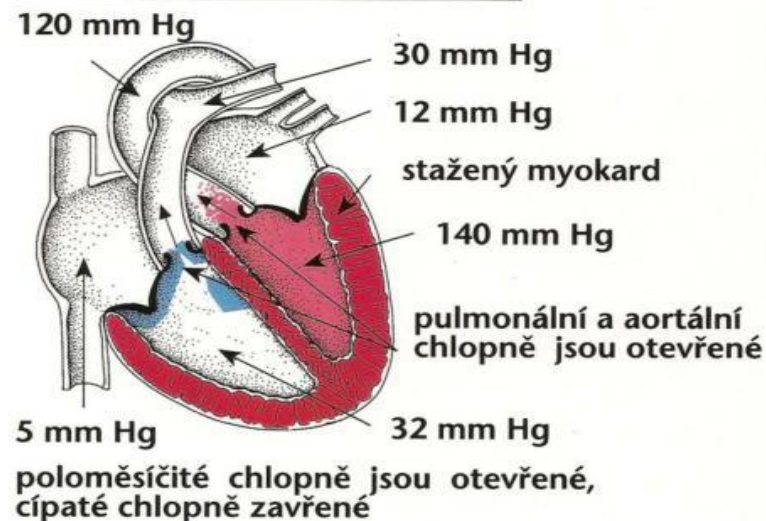
Plnicí fáze (diastola)



Napěťová fáze (systola)



Vypuzovací fáze (systola)



Pojmy

Enddiastolický objem = objem krvi v každej komore počas diastoly = 110-120 ml, môže sa zvýšiť až do 150-180ml

Vývrhový (systolický) objem = V krvi vyvrhnutý počas systoly komôr = 70 ml

Endsystolický objem = zvyšný V krvi v komorách
 $EDV - SV = 40-50 \text{ ml}$

silná kontrakcia – $ESV = 10-20 \text{ ml}$

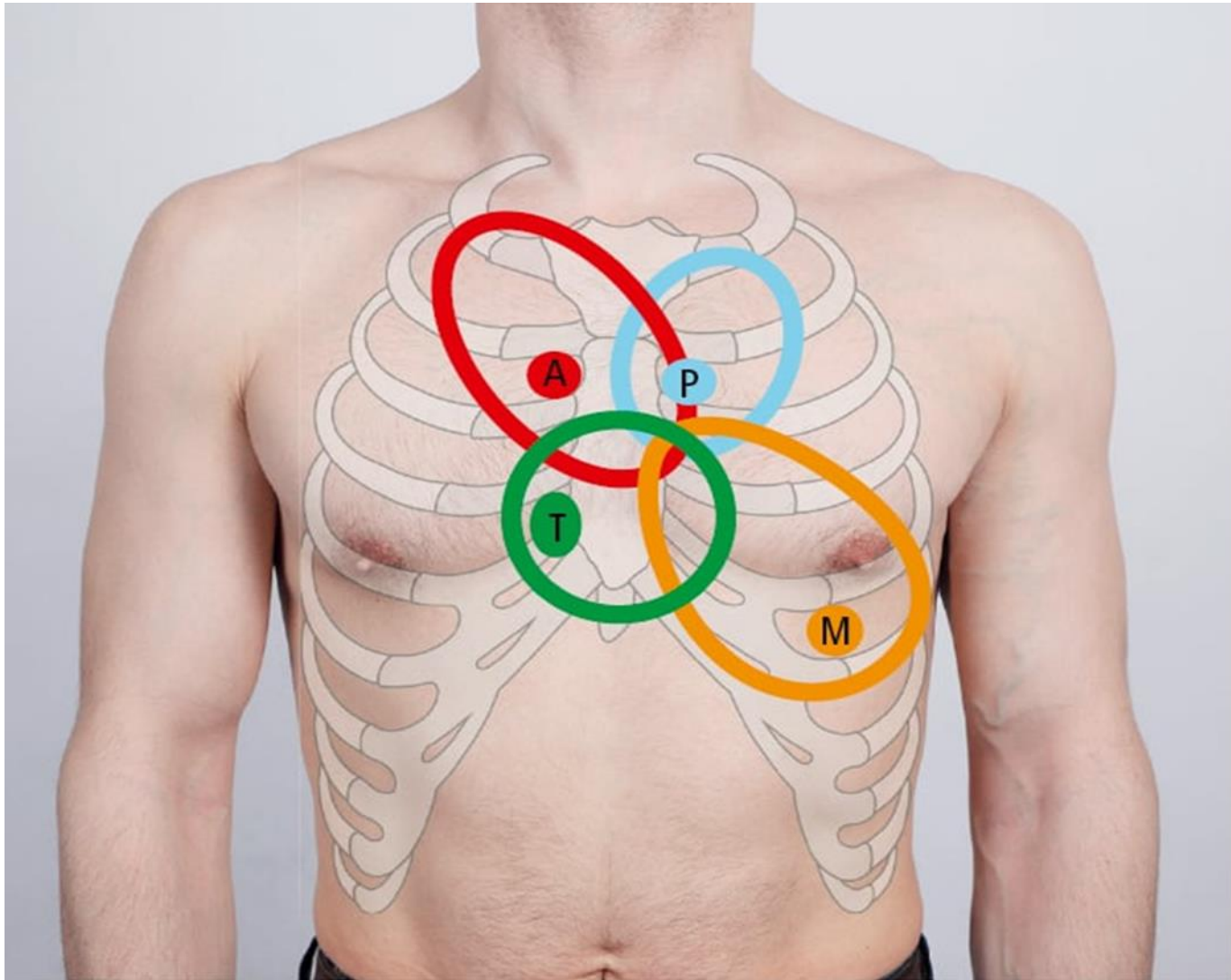
Ejekčná frakcia: Pomer medzi SV a EDV (cca 60%)

Zvýšenie FS (tachykardia) - skracovanie diastoly
– viac ako 180/min – nedostatočné plnenie komôr =
kritická FS (pre dospelých).

Ako môžeme srdce vyšetrit'?

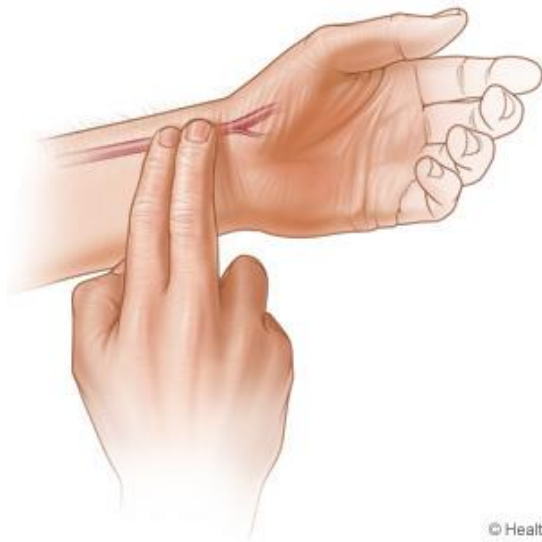


Auskultácia srdca



Frekvencia srdca

Priemerná frekvencia srdca – počet úderov za 1 minútu
(zisťovanie napr. palpačnou metódou)

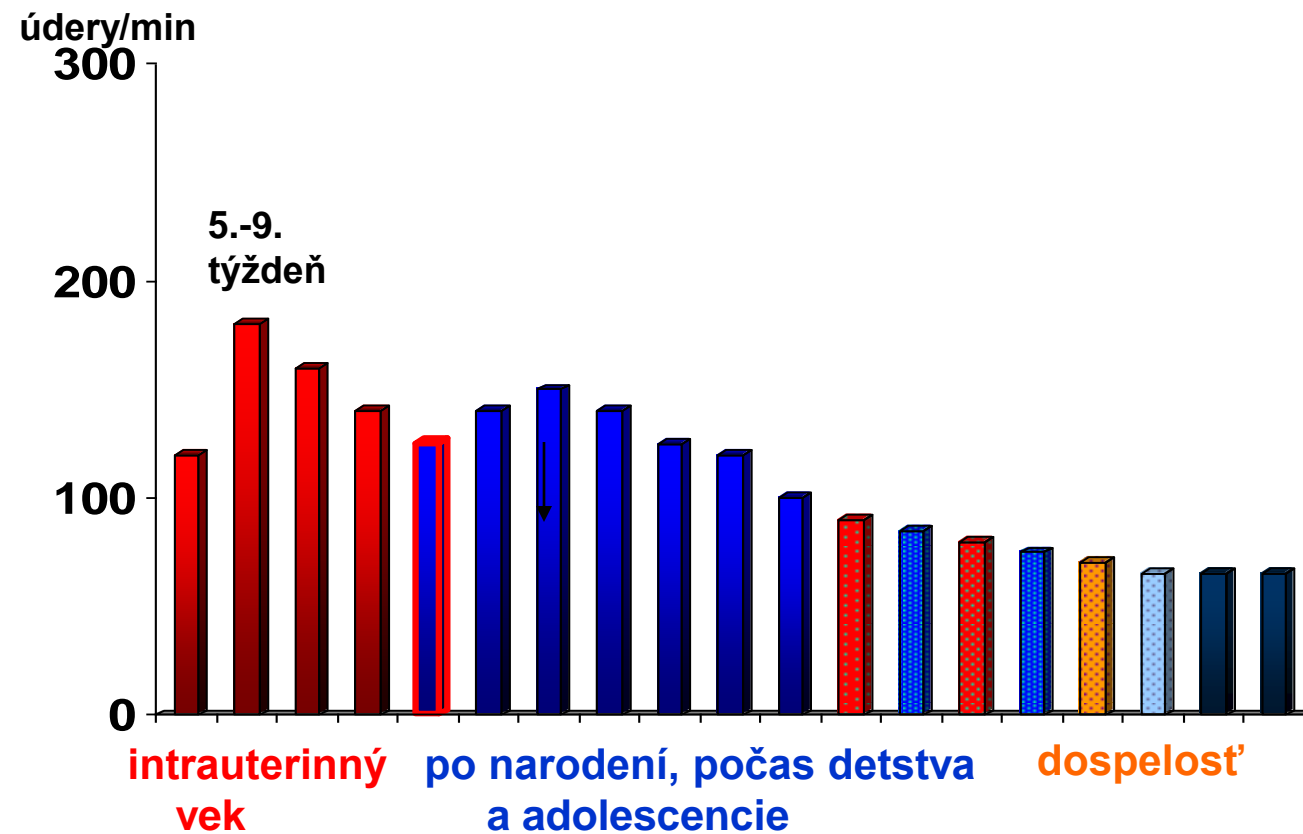


© Healthwise, Incorporated



Meranie priemernej FS palpačnou metódou

Priemerná frekvencia srdca

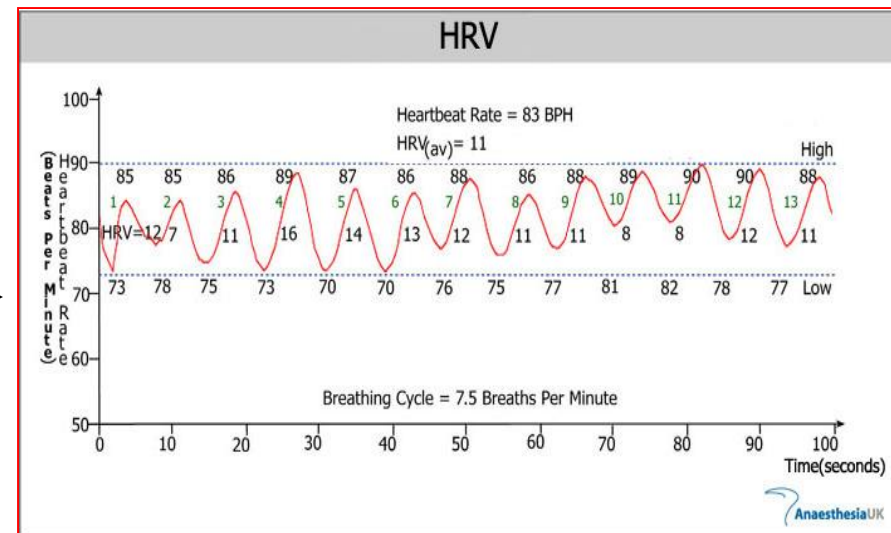
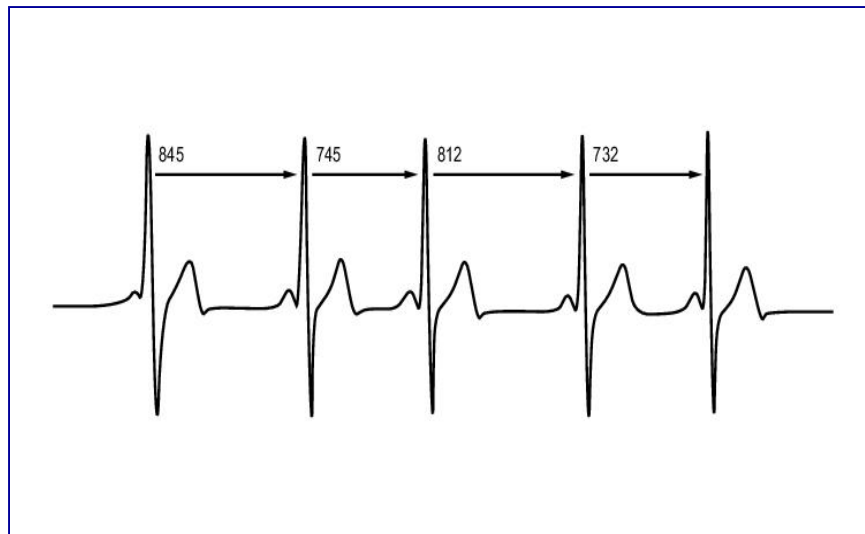


Frekvencia srdca

3. Okamžitá frekvencia srdca → 4. Variabilita frekvencie srdca

- prepočítaná z RR intervalov na FS/min.
- hodnotenie okamžitých zmien reaktivity

- oscilácie FS / RR intervalov okolo priemernej hodnoty s rôznymi frekvenciami a amplitúdami

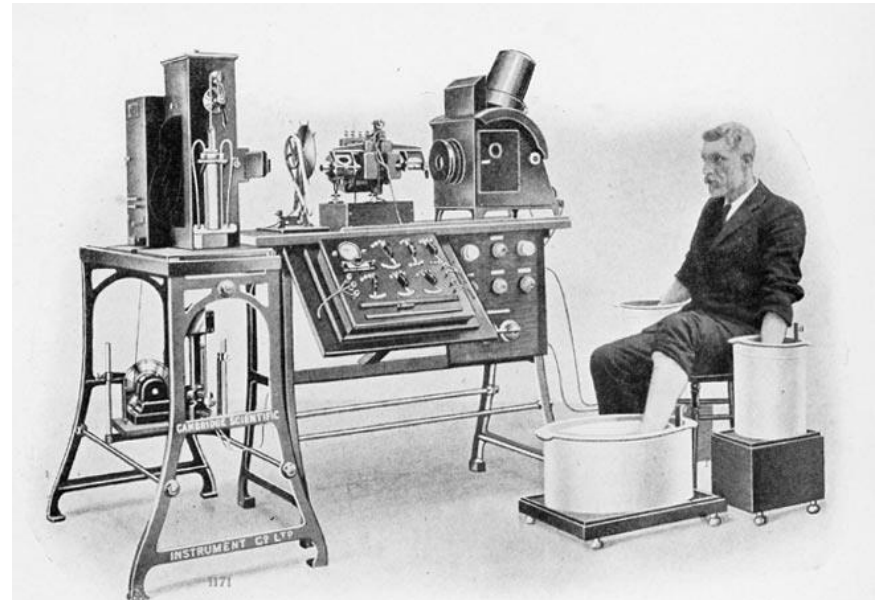


Elektrokardiografia



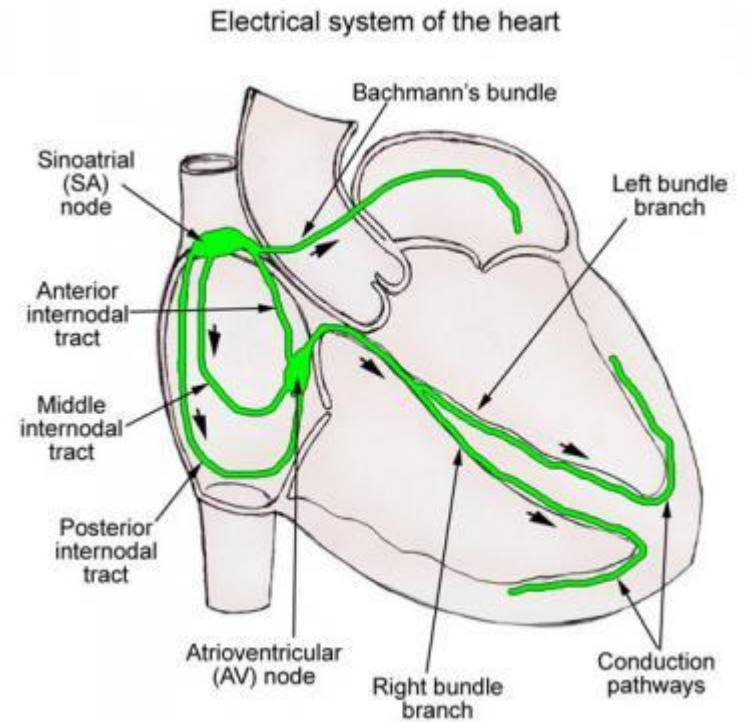
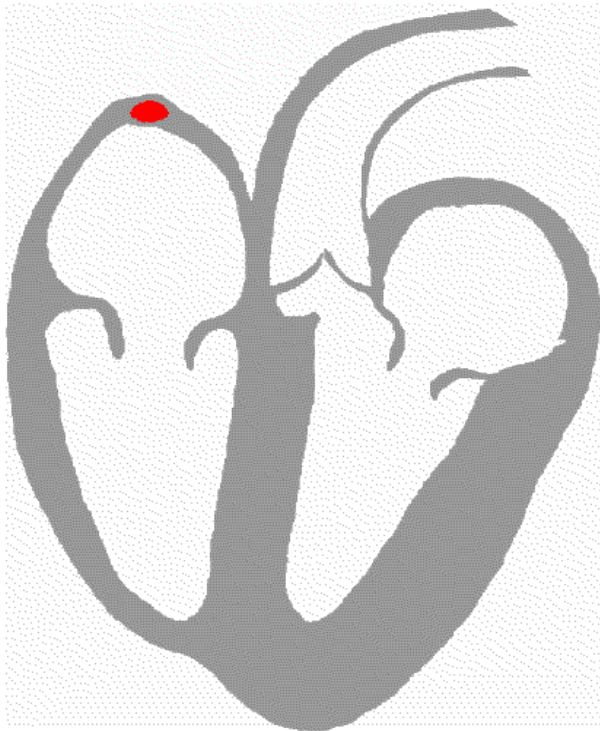
- Registrácia elektrických potenciálov srdca (tkanivá tela sú vodivé – možnosť snímania aj z povrchu tela).

- W. Einthoven (1903) – strunový galvanometer

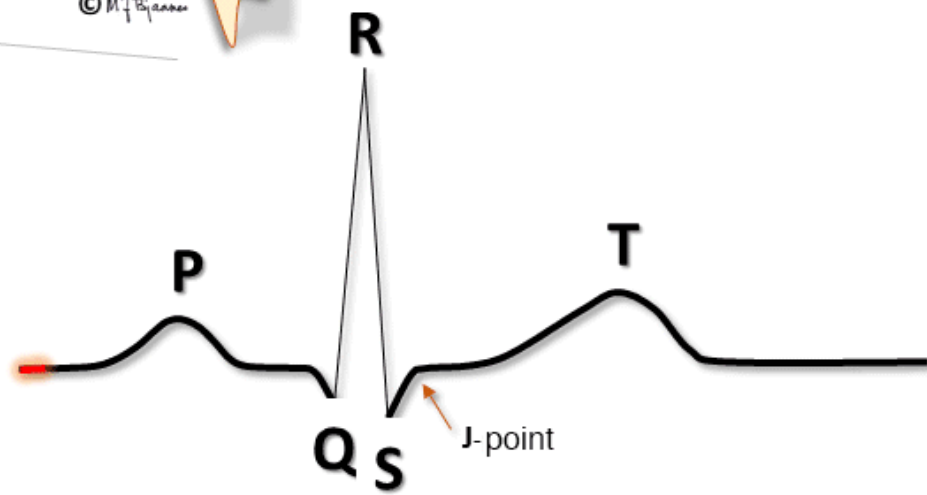
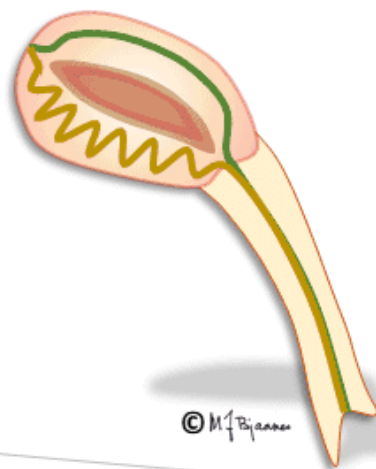
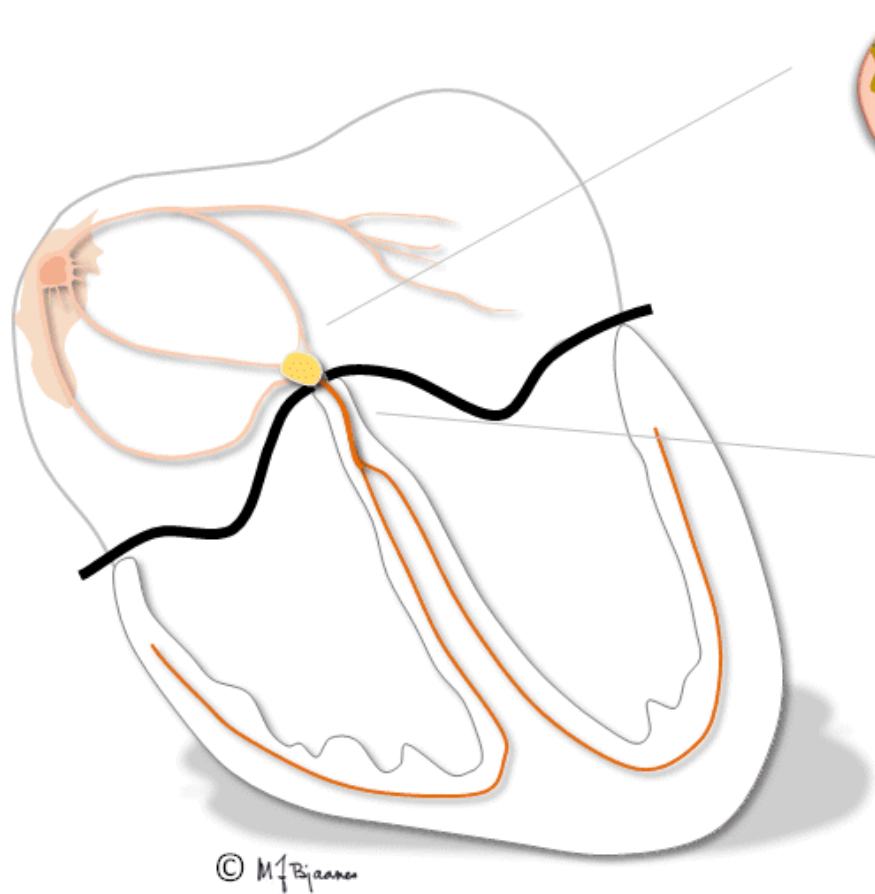


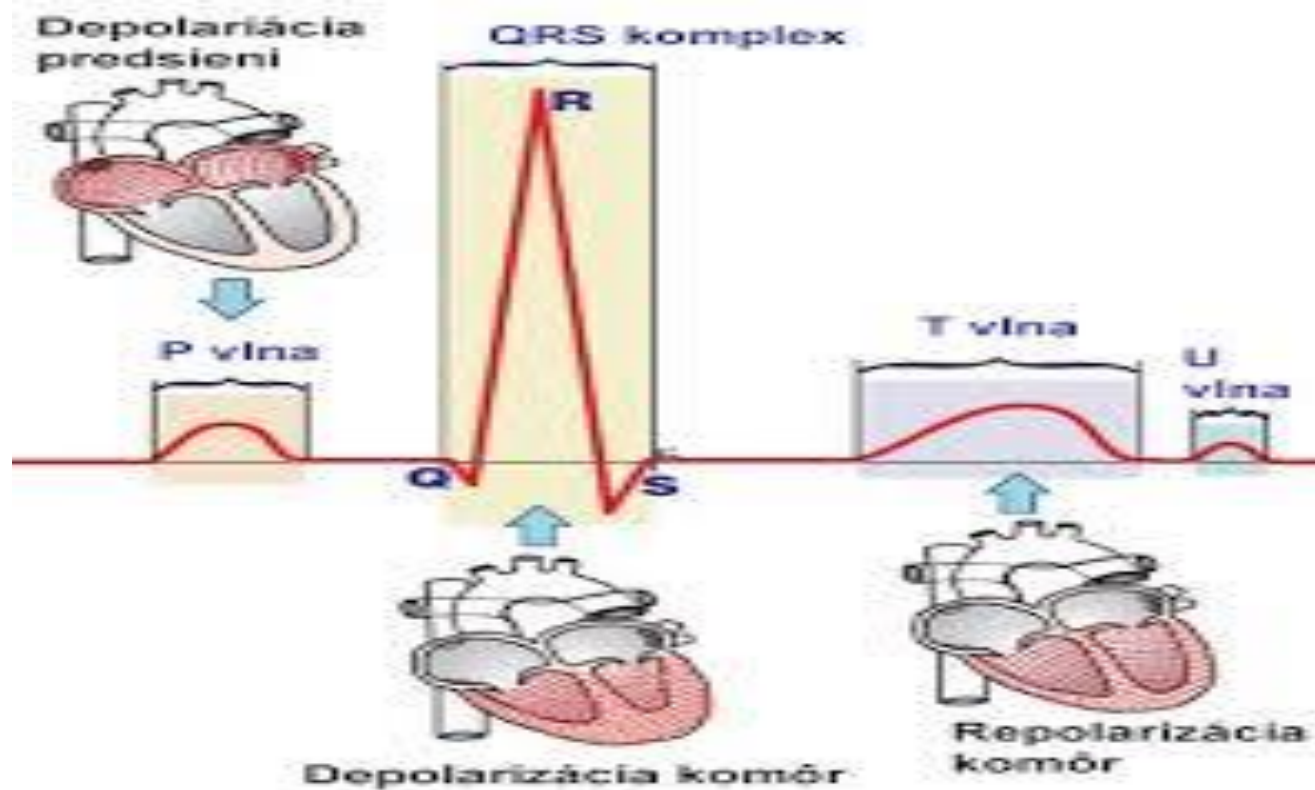
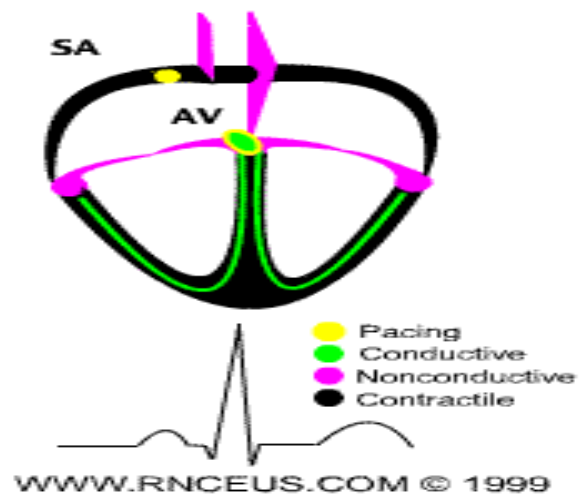
PHOTOGRAPH OF A COMPLETE ELECTROCARDIOGRAPH, SHOWING THE MANNER IN WHICH THE ELECTRODES ARE ATTACHED TO THE PATIENT, IN THIS CASE THE HANDS AND ONE FOOT BEING IMMERSED IN JARS OF SALT SOLUTION

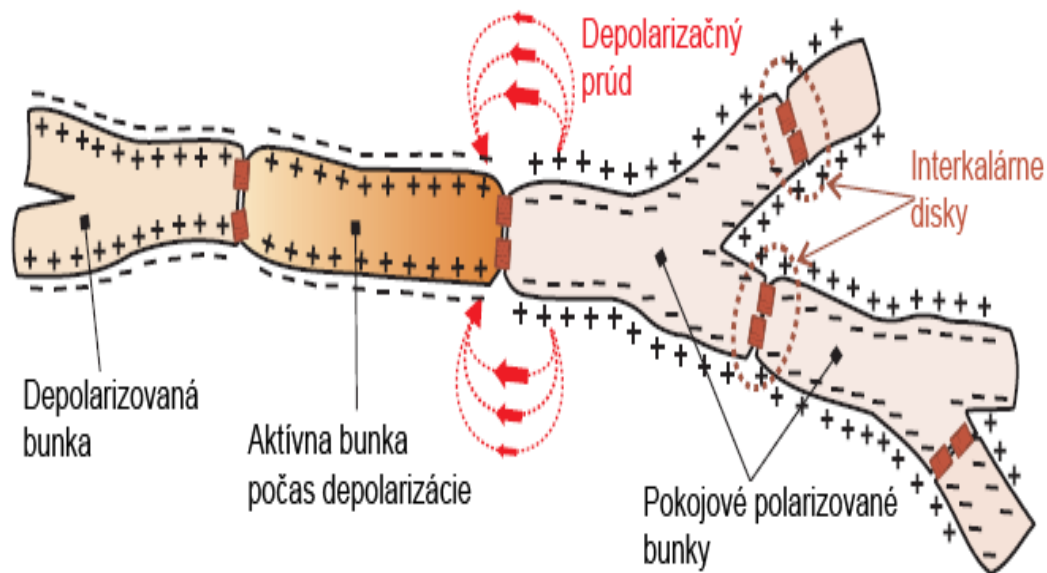
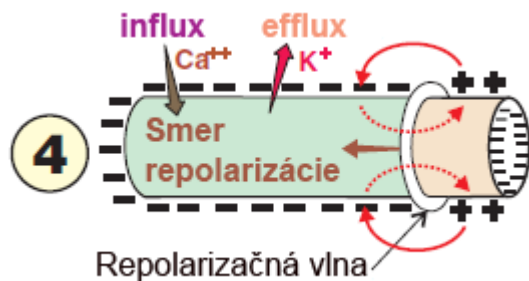
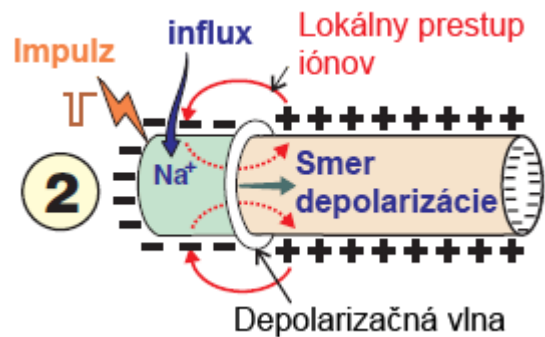
Zápis EKG



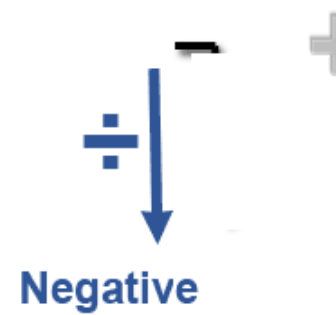
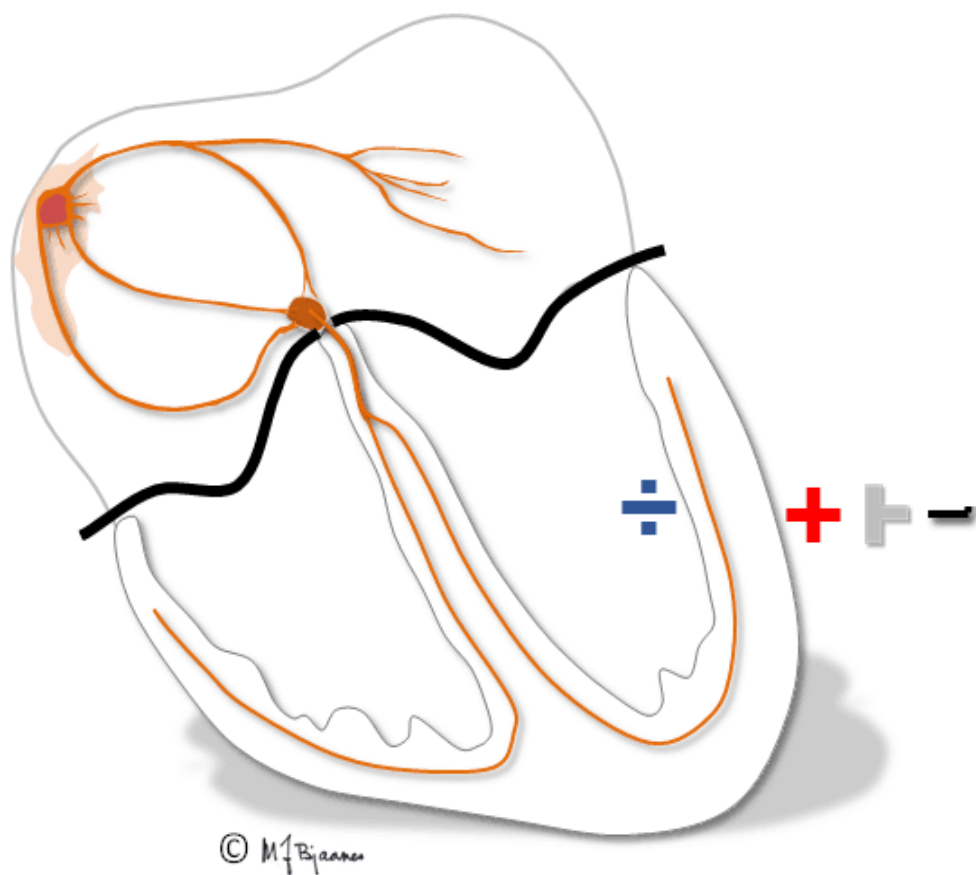
—

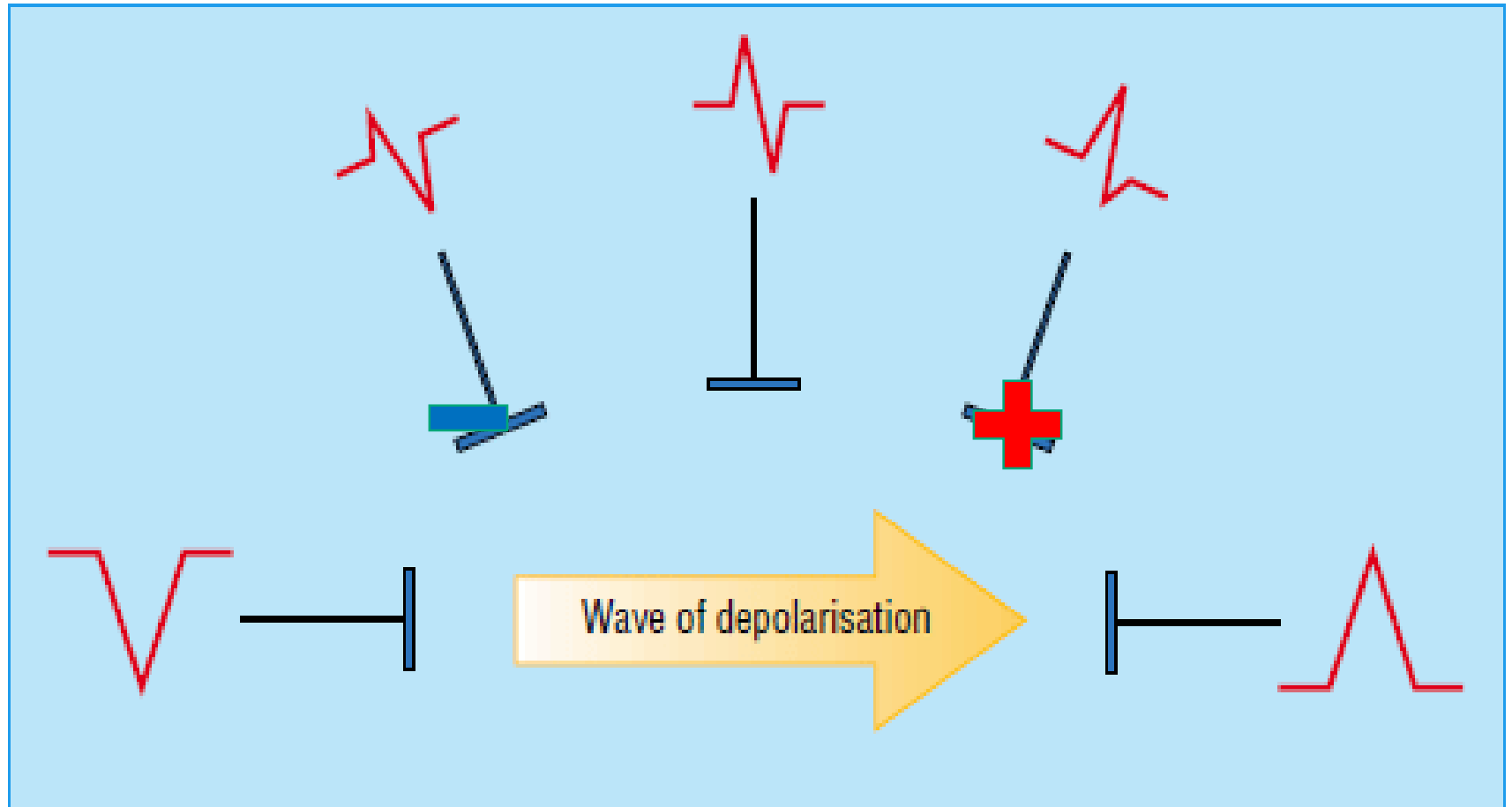


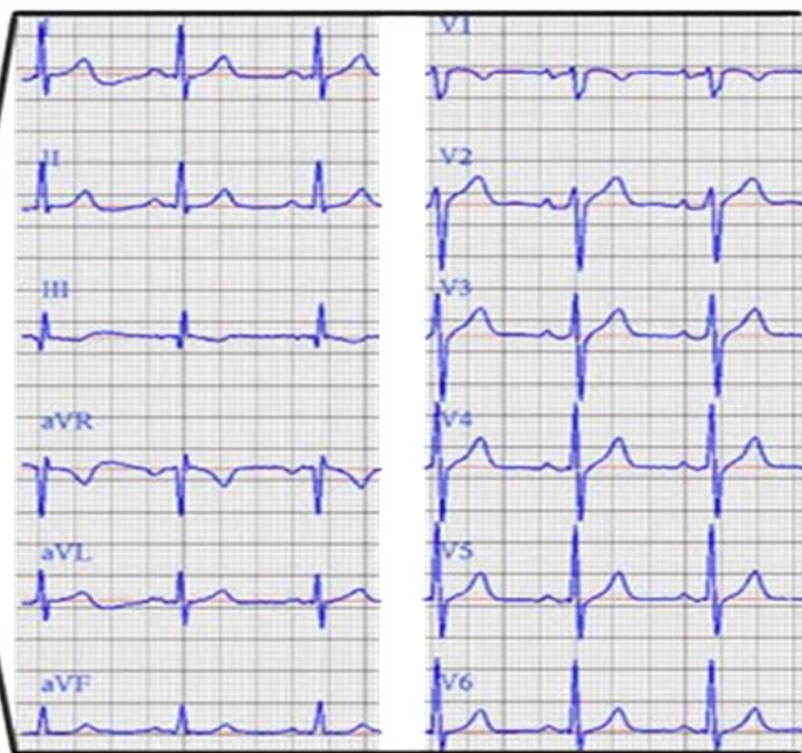
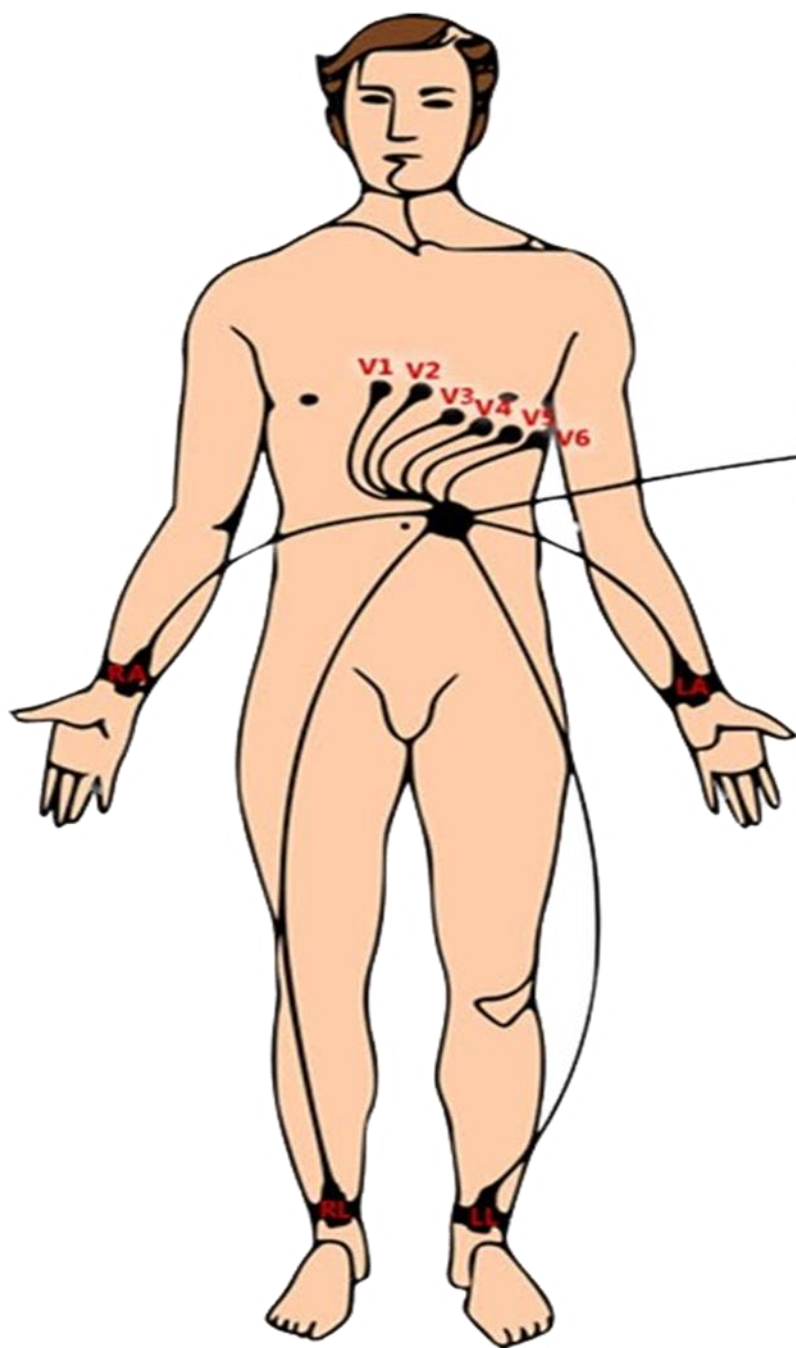


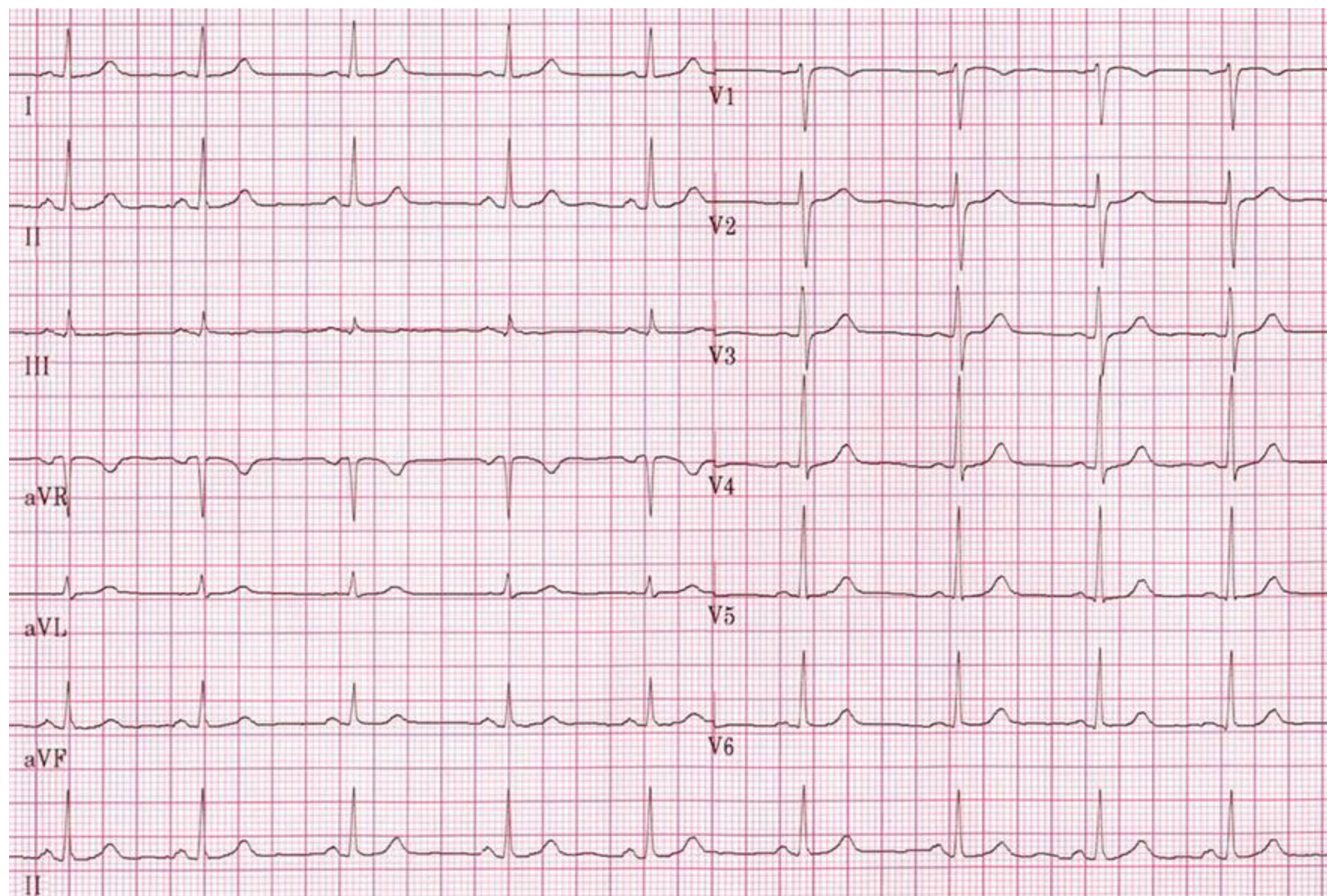


Zdroj:
<https://www.techmed.sk/akcny-potencial/>

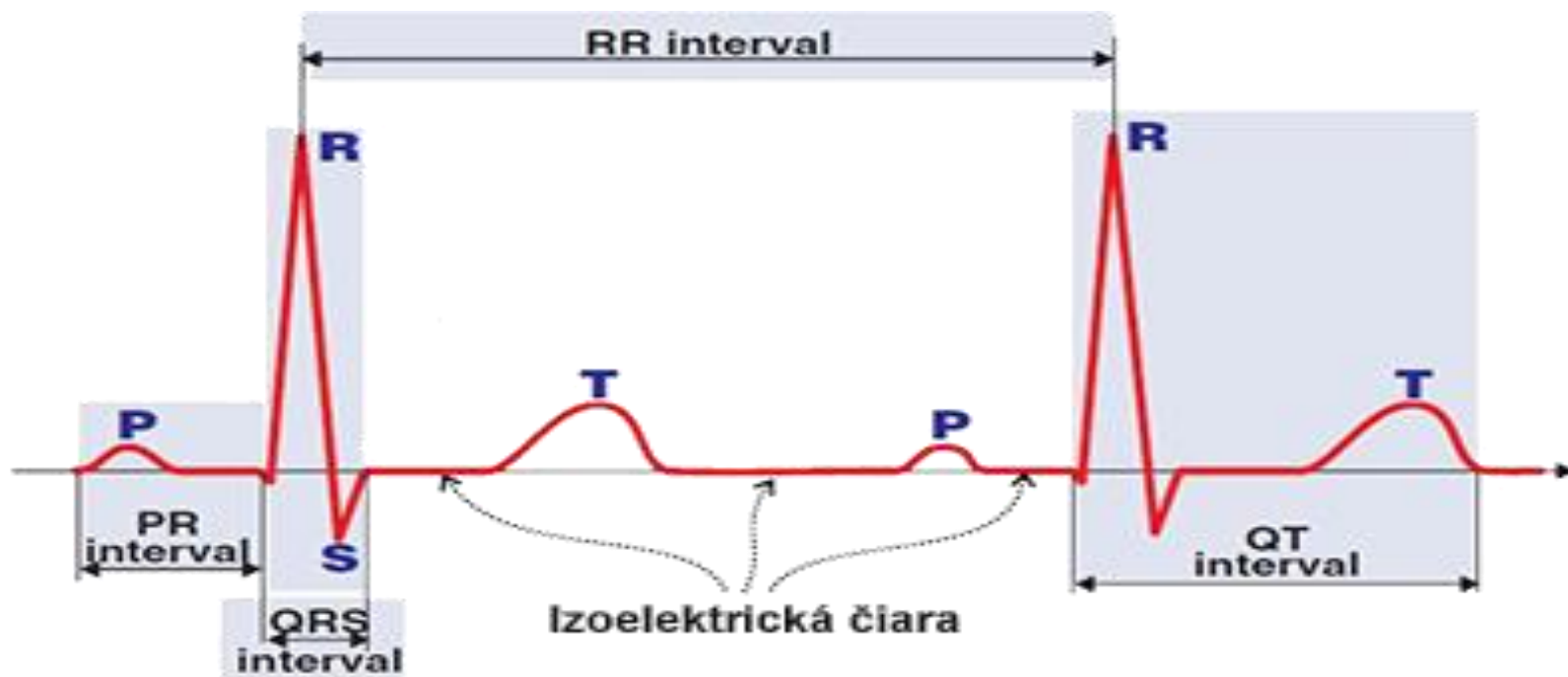






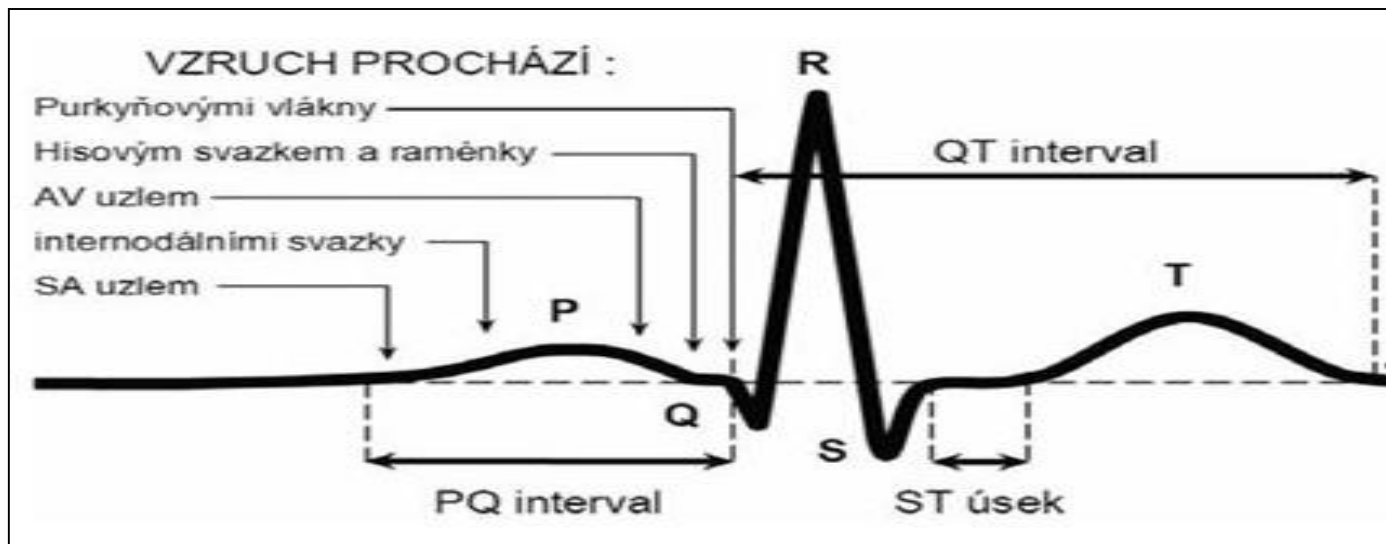


EKG KRIVKA



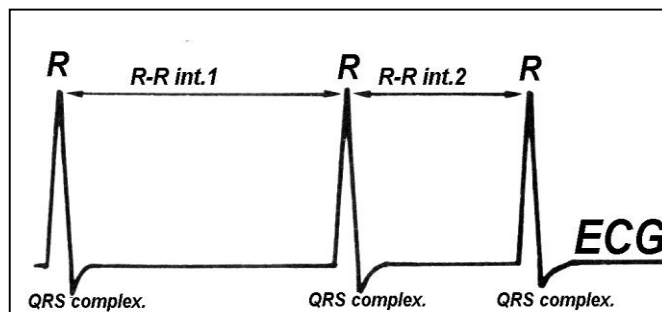
EKG krivka

- P – depolarizácia predsiení (0,08 s)
- QRS – depolarizácia komôr (0,08-0,1 s)
- ST segment – depolarizácia celého myokardu (0,12 s)
- T – repolarizácia komôr (0,16 s)
- QT interval-celkové trvanie elektrickej aktivity komôr (cca 0,37 s)

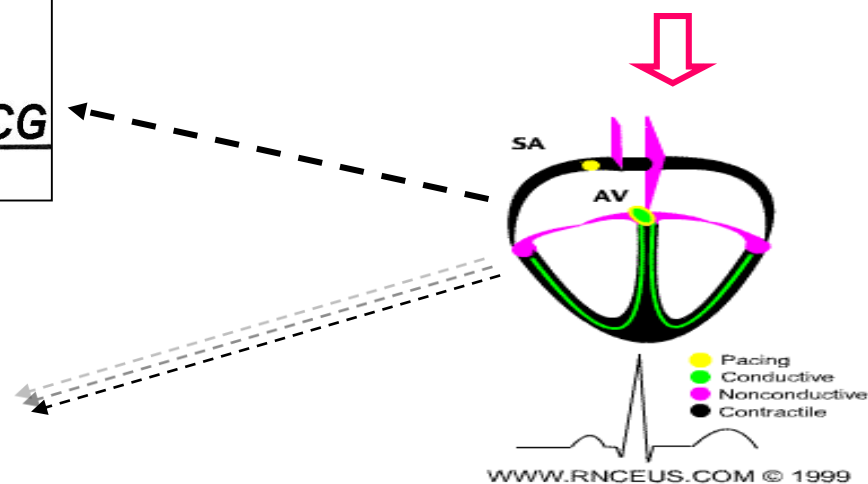
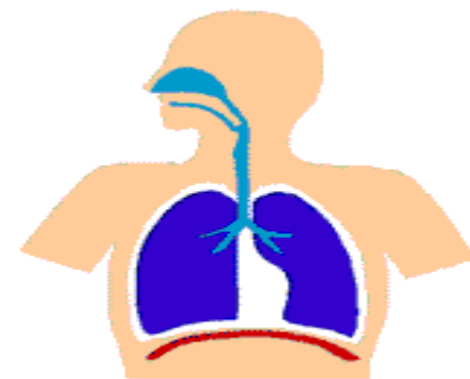


Respiračná sínusová arytmia

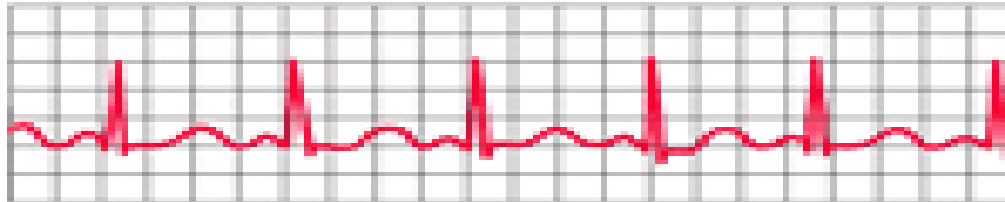
- zmena FS v súvislosti s dýchaním
respiračná sínusová arytmia



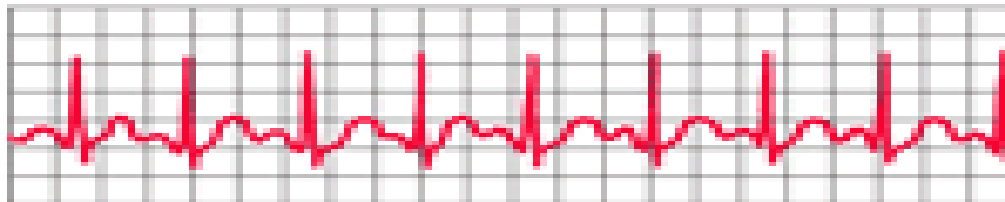
- *Nádech:* ↑ FS
- *Výdych:* ↓ FS



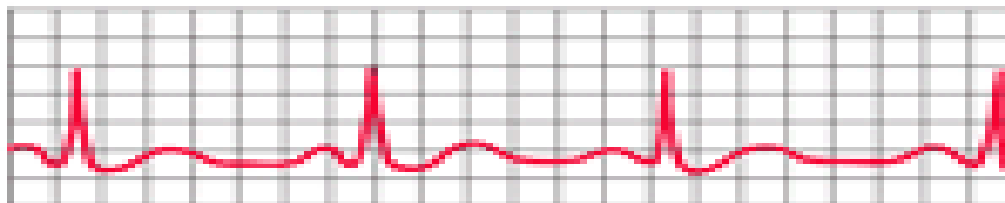
Normal Heartbeat



Fast Heartbeat



Slow Heartbeat





Arytmia



Poznáme rôzne druhy porúch srdcového rytmu

Rizikové sú tie arytmie, pri ktorých je srdcová frekvencia

pod 40 za minútu

a

nad 150 za minútu.



a ak sa pridružia ťažkosti ako:

- zníženie krvného tlaku
- bledosť
- potenie
- slabosť
- dýchavičnosť
- bolesť na hrudi
- porucha vedomia

Bradykardia



- sínusová bradykardia
- sinoatriálna blokáda
- syndróm chorého sínusu Sick Sinus Syndrome (SSS)
- syndróm karotického sínusu
- atrioventrikulárna blokáda I. II. a III. stupňa

Tachykardia s úzkym QRS komplexom

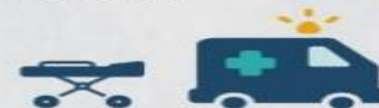


- sínusová tachykardia
- fibrilácia alebo flutter predsiení
- paroxysmálna supraventrikulárna tachykardia SVT
- junkčná tachykardia
- multifokálna predsieňová tachykardia

Tachykardia so širokým QRS komplexom



- komorová tachykardia
- Torrsade de pointes
- komorová fibrilácia

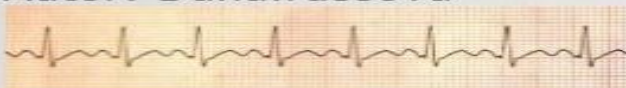


Extrasystoly : predsieňové junkčné komorové

• Normálne EKG
Autor: Dana.russova



• Sínusová tachykardia
Autor: Dana.russova



• Sínusová bradykardia
Autor: Dana.russova



• Komorová fibrilácia
Autor: Glenlarsen



• Asystólia, srdce bez elektrickej aktivity
Autor: Dana.russova



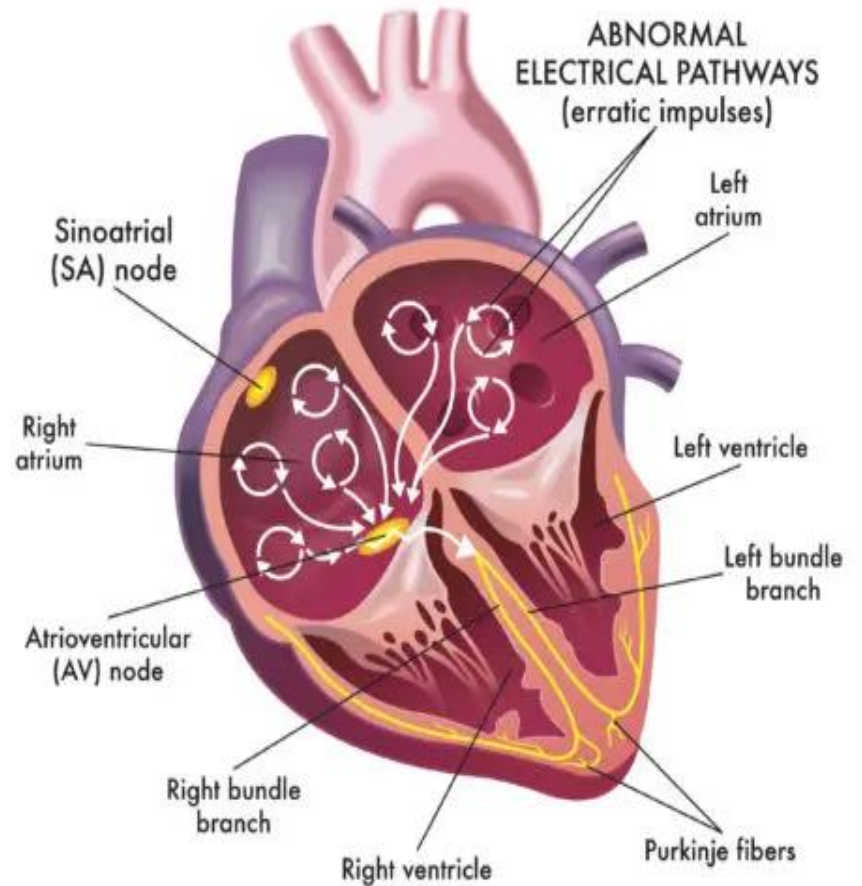
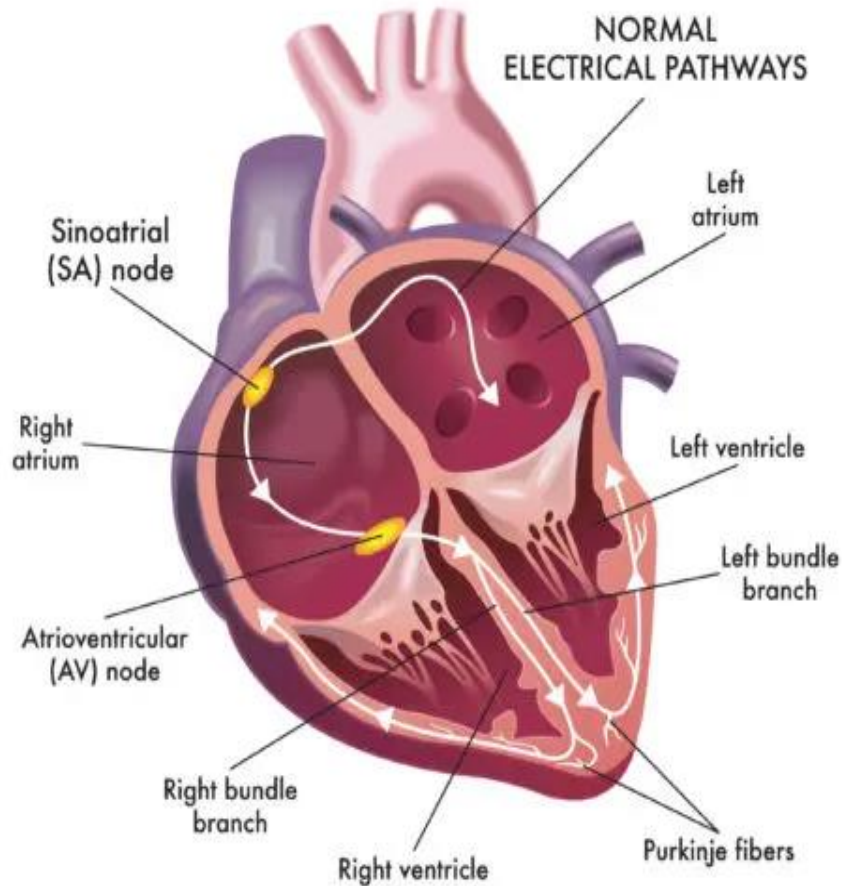
Zdravoteka.sk

PRVÝ KARDIOLOG ZDRAVOTNEJ SÍTIE

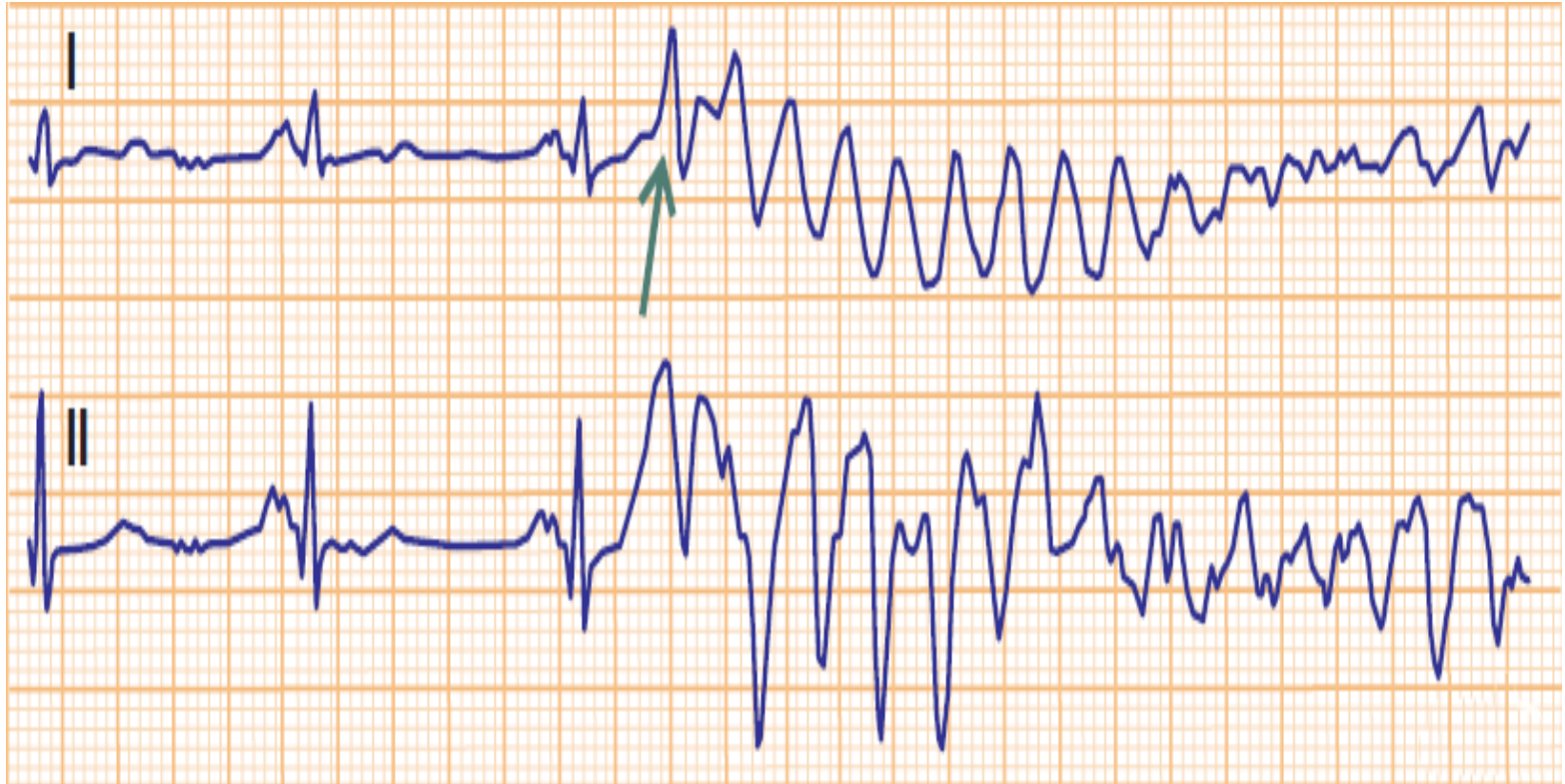
Normal ECG



Atrial Fibrillation



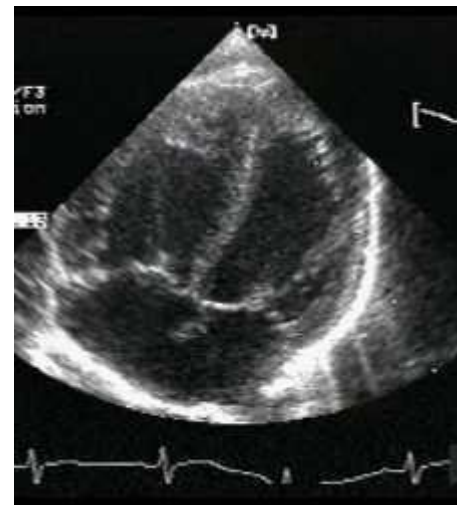
Fibrilácia komôr



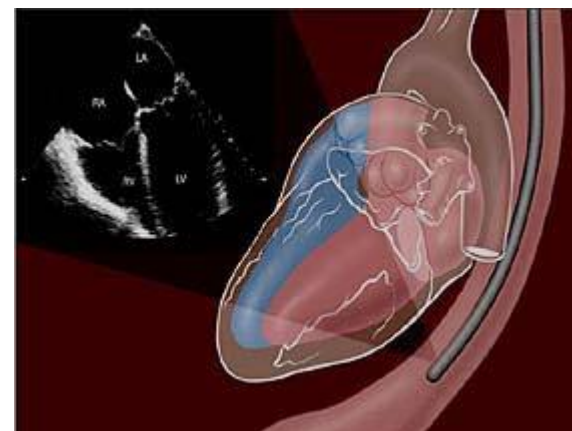


Echokardiografia

hodnotenie hrúbky, funkcie jednotlivých štruktúr srdca
- diagnostika porúch/chlopňových chýb atď.

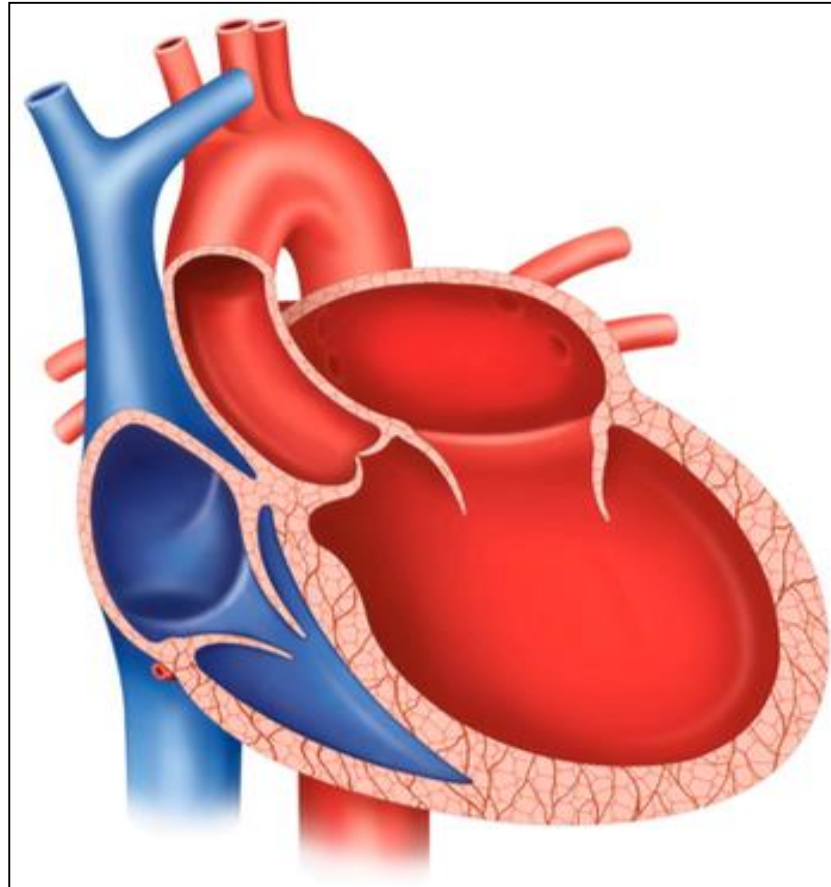


Transezofageálna echokardiografia

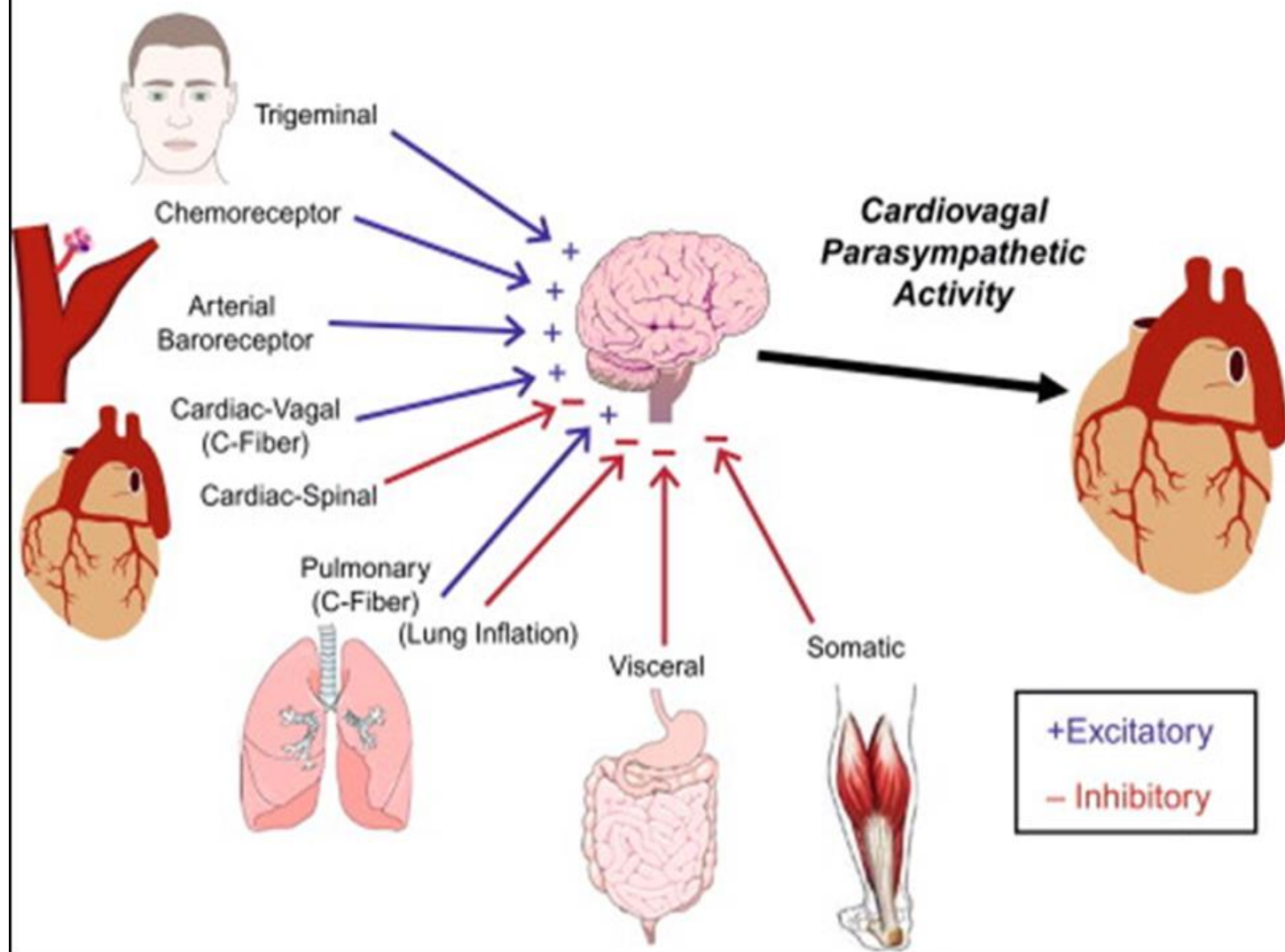


„Zlomené srdce“

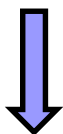
Tako-Tsubo kardiomyopatia – „zlomené srdce“ -
1990 prvýkrát popísané Japonsko



Afferent Inputs

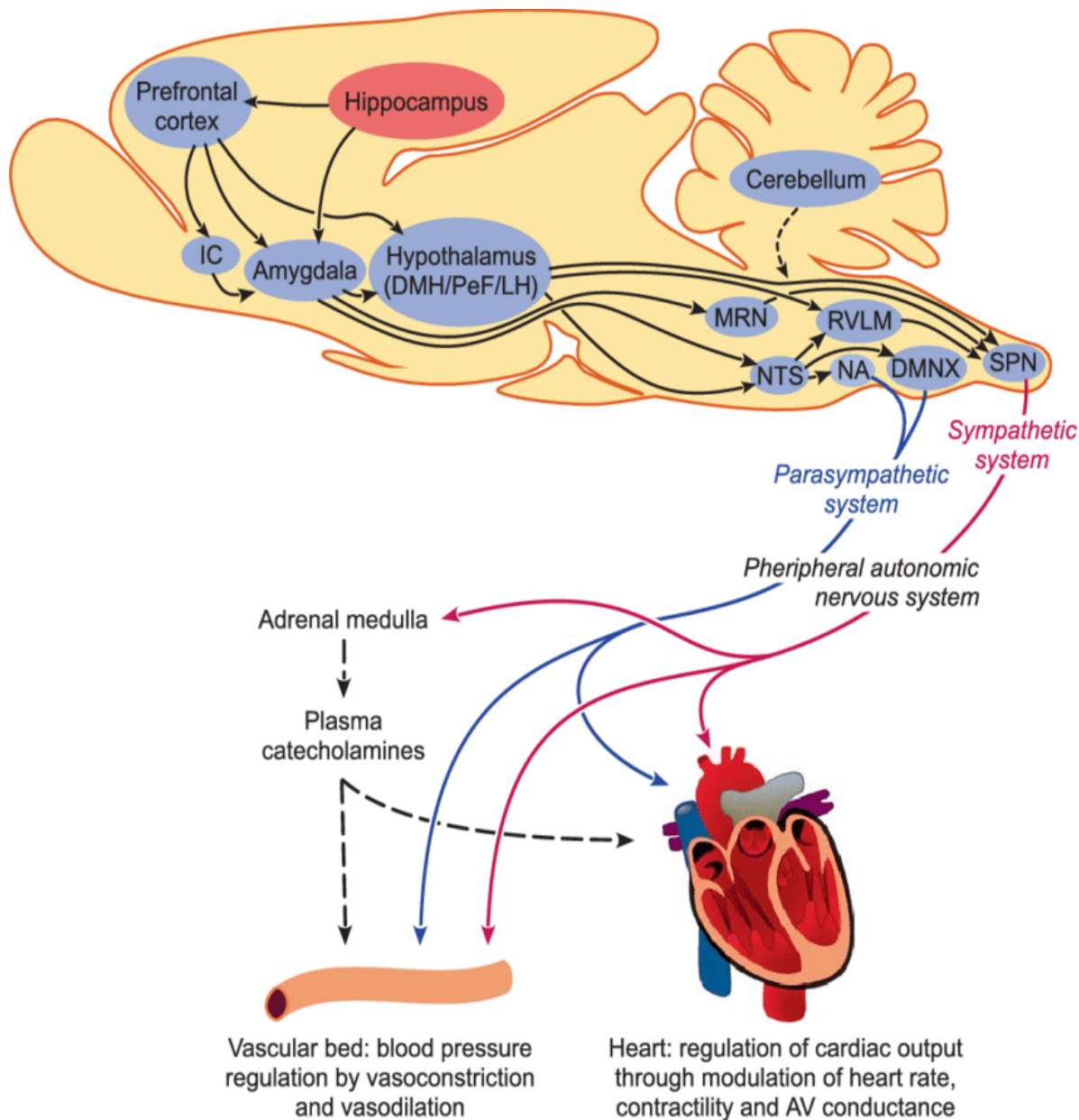


KOGNITÍVNA REGULÁCIA

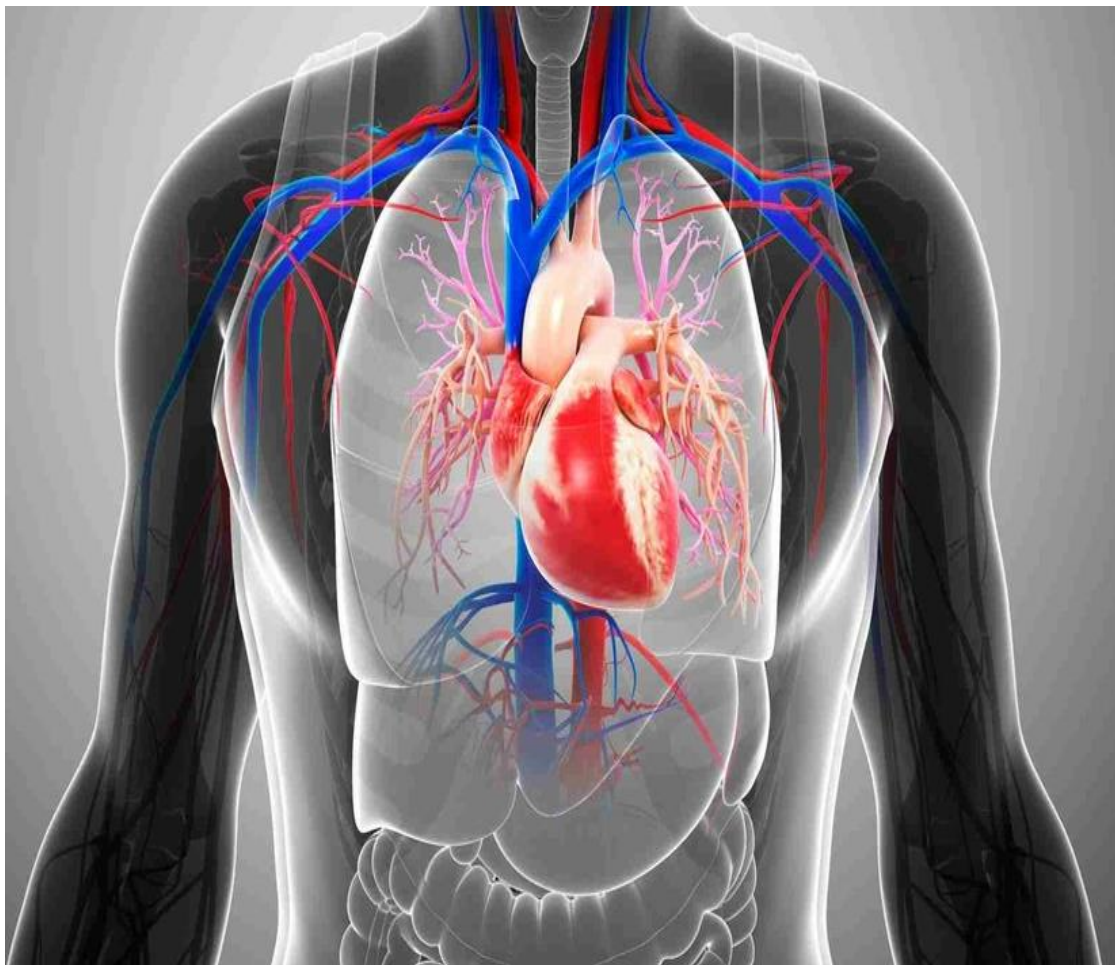


EMÓCIE

EMOČNÝ ŠOK



Srdce má svoj vlastný mozog



2 základné fyziologické parametre

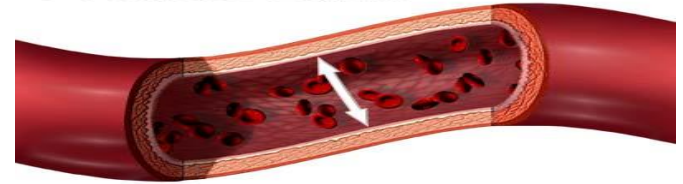
Frekvencia srdca



- ✓ priemerná hodnota úderov srdca za minútu – 70/min
- ✓ ovplyvnená: **vek, pohlavie**, fyzická aktivita, zmeny hmotnosti
- ✓ **bradykardia** – menej ako 50-60/min
- ✓ **tachykardia** – viac ako 90/min

Tlak krvi

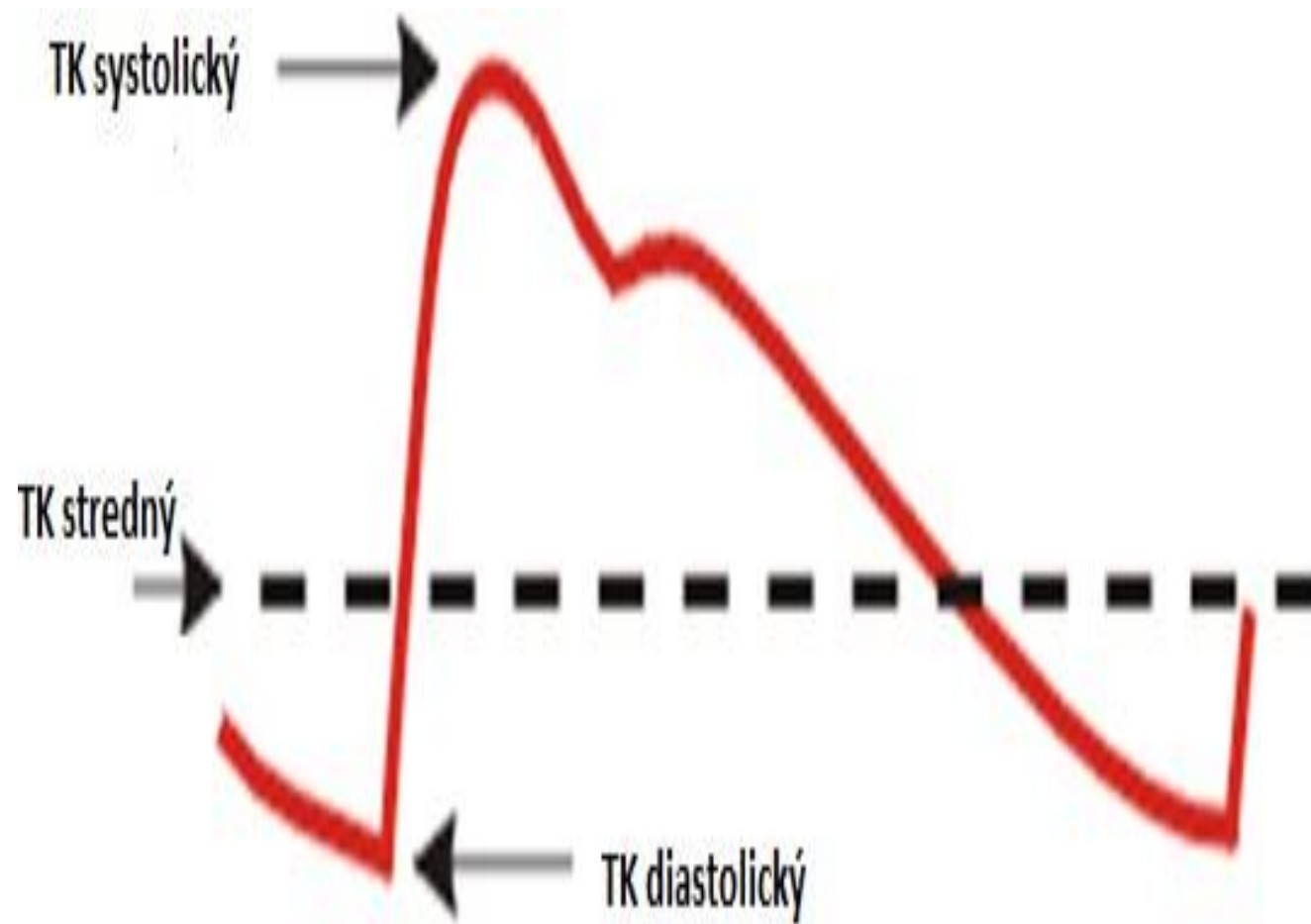
Blood pressure is the measurement of force applied to artery walls



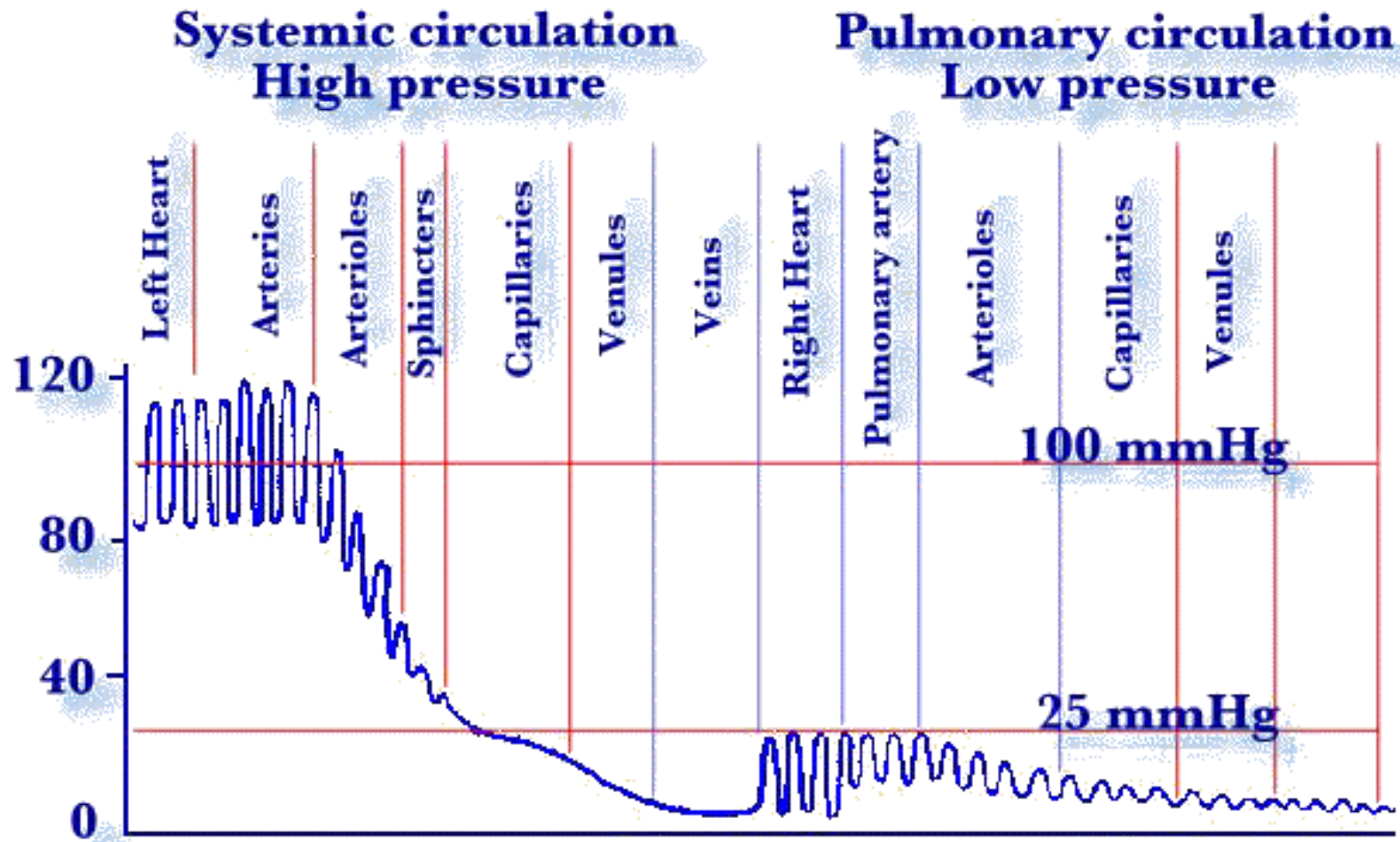
ADAM

- ✓ **mechanická energia**, ktorej hlavným zdrojom je systolická kontrakcia srdcovej pumpy
- ✓ tlak frontálny a laterálny
- ✓ ovplyvnená: **vek, pohlavie**, fyzická aktivita, vplyv polohy, činnosti orgánov...
- ✓ **Systolický:**
- ✓ **Diastolický**
- ✓ **Stredný** (DTK diastolický + 1/3 TA)

TLAK KRVÍ



TLAK KRVI



Od čoho závisí tlak krvi?

a/ **činnosť srdca**

b/ **priesvit ciev**

➤ **celková periférna vaskulárna rezistencia**

pružníková hypertenzia – zníženie elasticity ciev, zvýšenie systolického TK u prevažne starších ľudí

c/ **objem tekutín**

➤ ↑-zvýšenie tlaku krvi, ↓- zníženie TK

Od čoho závisí tlak krvi?

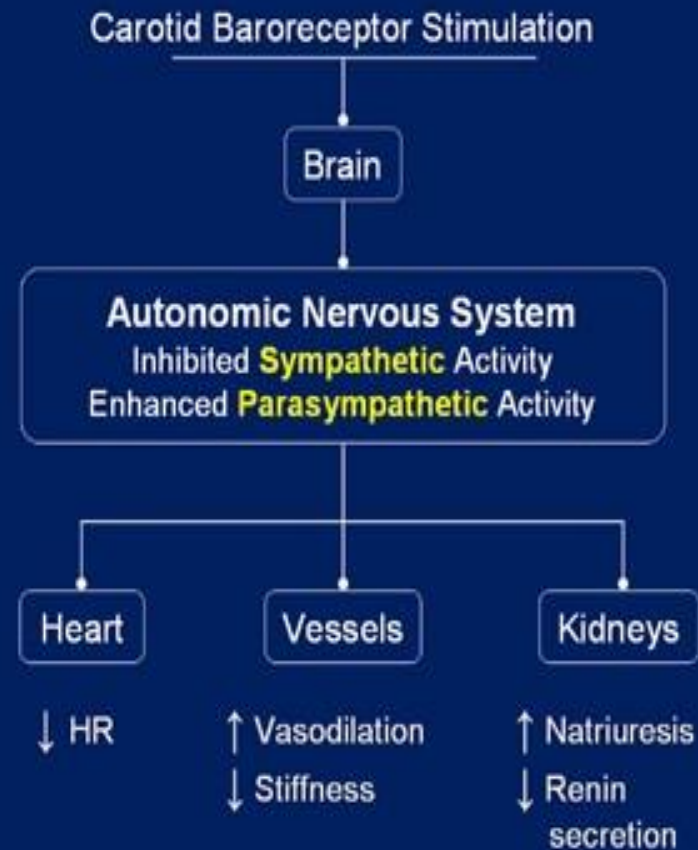
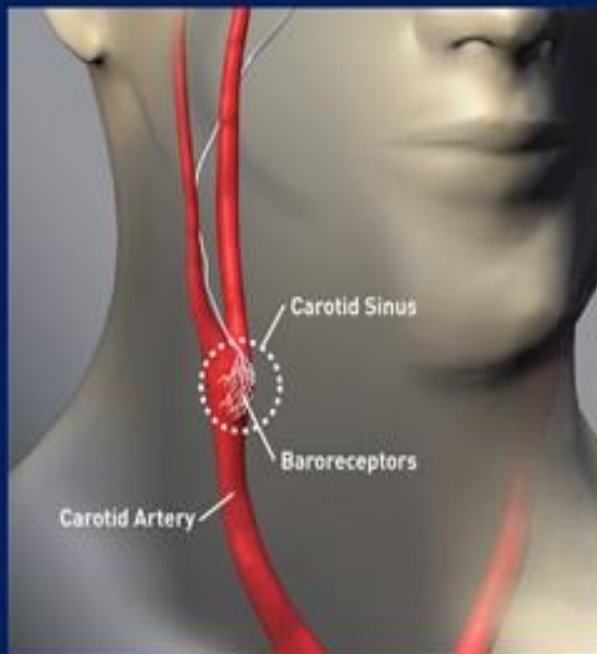
d/ vonkajší tlak na cievy:
kašeľ, defekácia

e/ vplyv gravitácie – hydrostatický tlak
vzostup tlaku od srdca smerom dole
(o 0,77 mmHg na ďalší každý 1 cm)
pokles tlaku smerom hore od srdca

Názov	Systolický tlak (mmHg)	Diastolický tlak (mmHg)
Optimálny TK	< 120	< 80
Normálny TK	120 - 129	80 - 84
Vysoký normálny TK	130 - 139	85 - 89
Hypertenzia 1. stupňa	140 - 159	90 - 99
Hypertenzia 2. stupňa	160 - 179	100 - 109
Hypertenzia 3. stupňa	≥ 180	≥ 110
Izolovaná systolická hypertenzia	≥ 140	< 90

BARORECEPTORY – vysokotlakové – tlak krvi

Baroreflex Activation Therapy (BAT) Continuously Modulates the Autonomic Nervous System



Ako meriame tlak krvi?

Priame (invazívne)

nepriame (neinvazívne)



**Auskultačná
metóda**





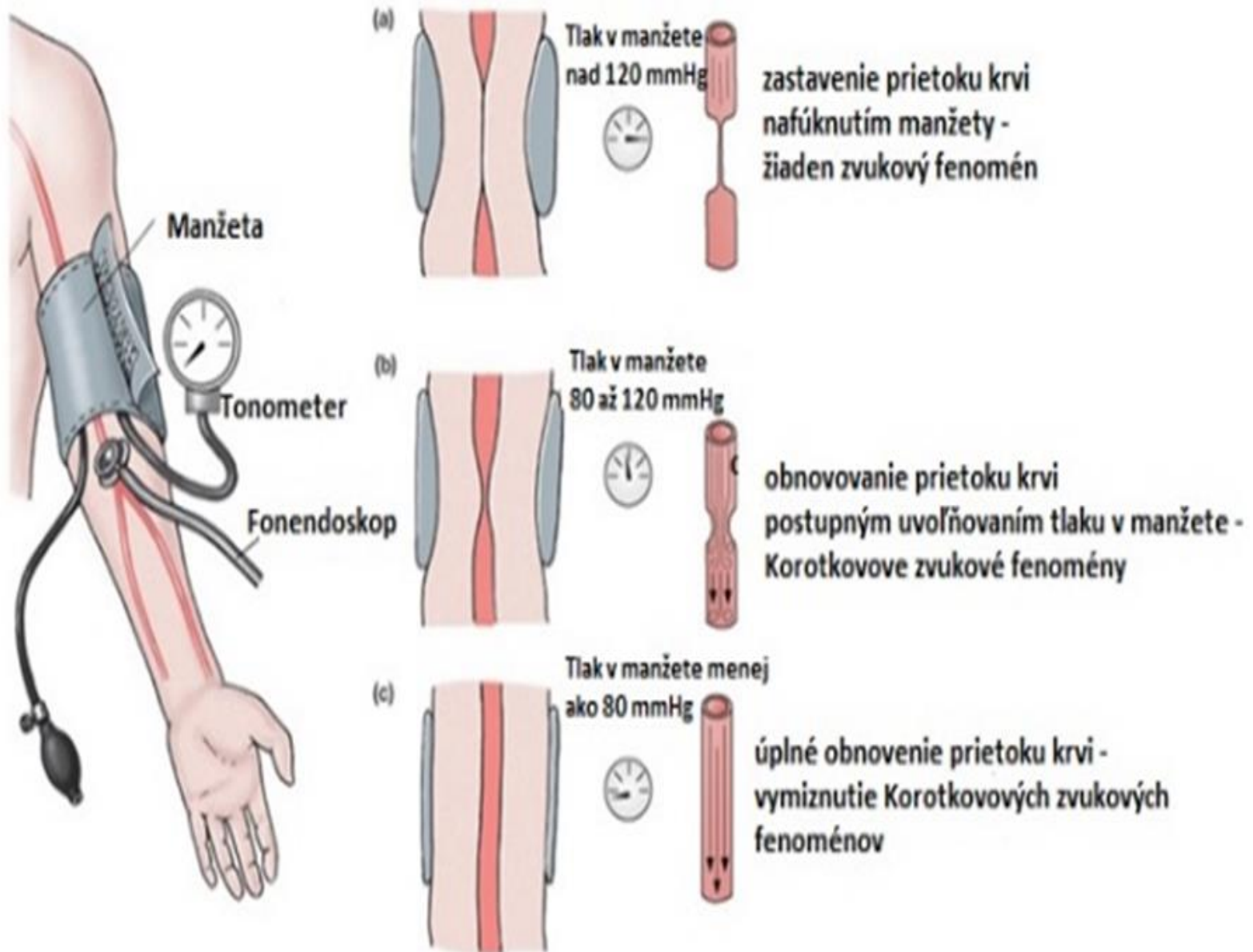
Chrbát opretý

Horné končatiny
na podložke

Stred manžety
vo výške srdca

Nohy položené
na podlahe

Auskultačná metóda



Ako meriame tlak krvi?

Auskultačná metóda:

Korotkove fenomény:

1. počuť slabé zvuky súbežne s pulzom – **systolický tlak krvi**
2. zosilnenie zvukov
3. zvuky sa menia na šelesty , ktoré sa najprv zosilnia
4. zoslabenie šelestov
5. vymiznutie zvukov – **diastolický tlak krvi**

Význam primeranej šírky okluzívnej manžety podľa kritérií

WHO:

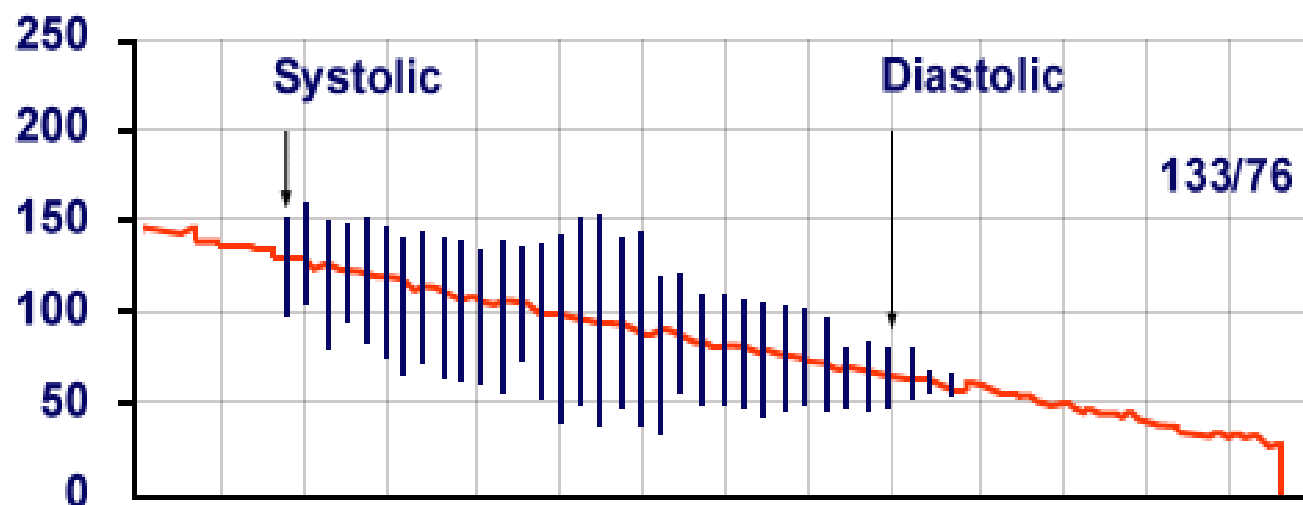
Minimálna dĺžka: obvod končatiny v cm

Maximálna šírka: $0,382 \times$ obvod končatiny v cm

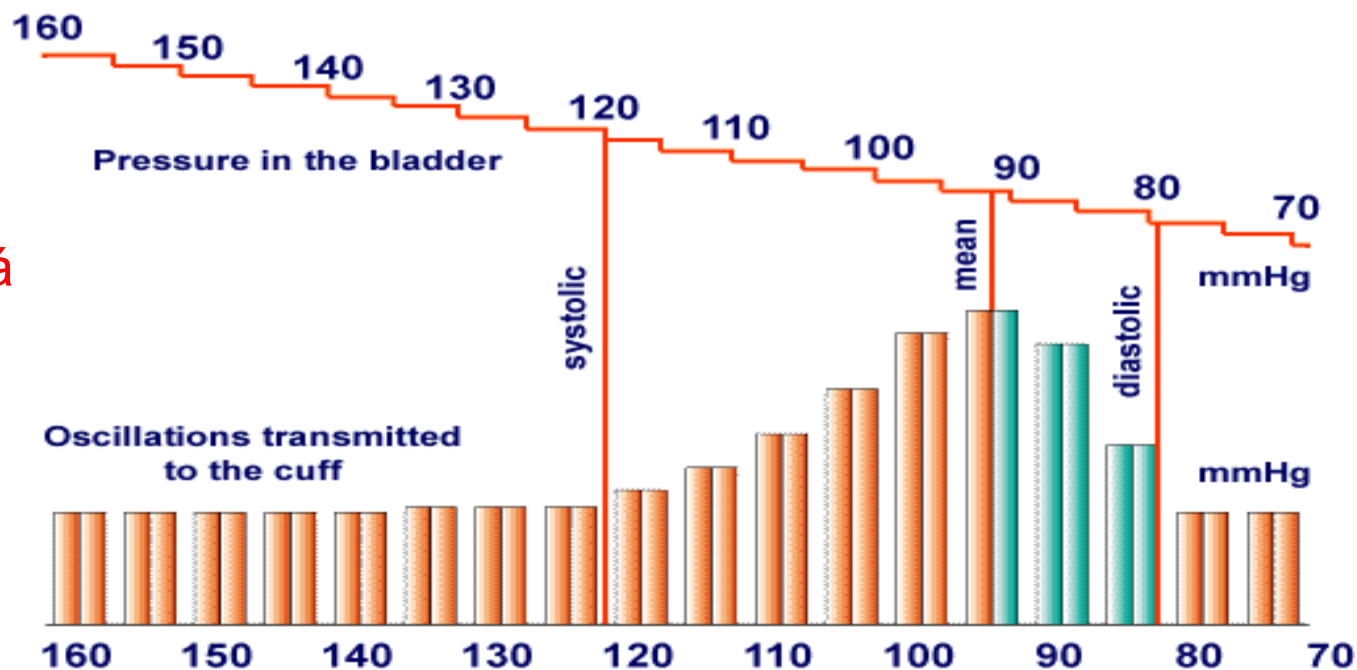
Oscilometrická metoda



auskultačná



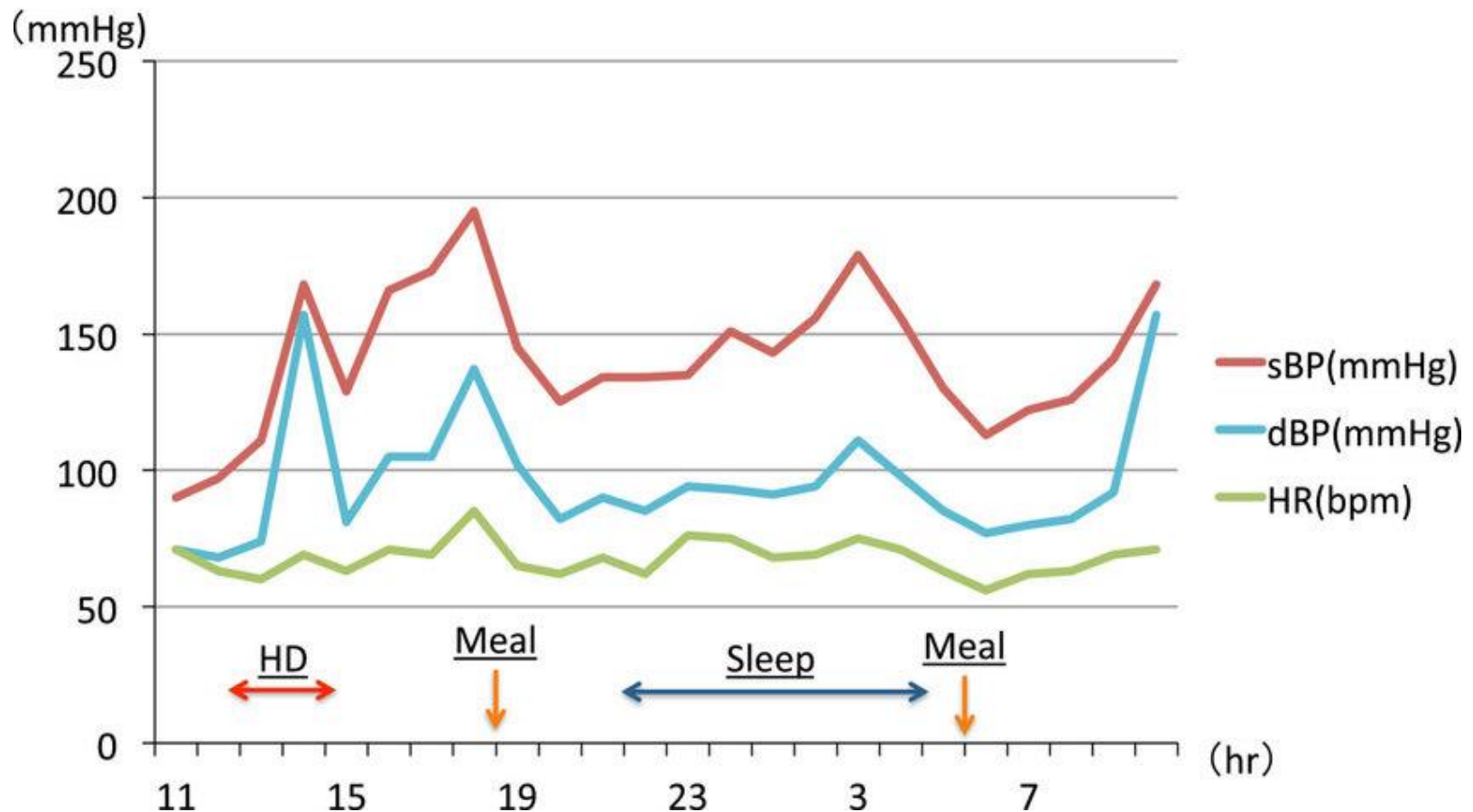
oscilometrická

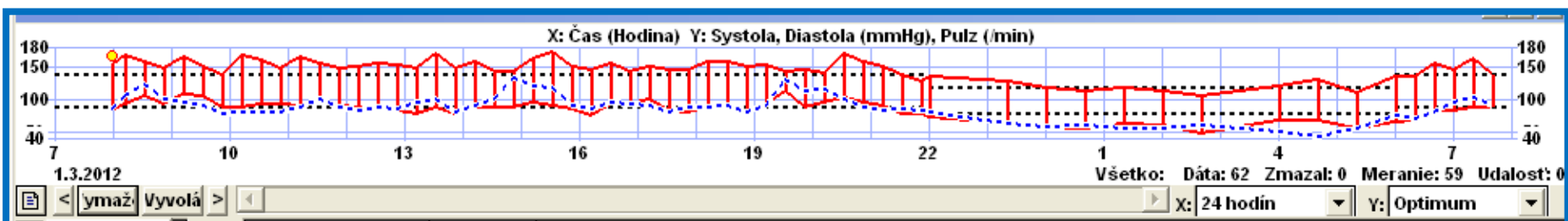


24-hodinový monitoring (Holter)



24 hour Ambulatory Blood Pressure Monitoring





	<u>Systola</u>	<u>Diastola</u>	<u>MAP</u>	<u>PP</u>	<u>Pulz</u>	<u>Dvojitý produkt</u>
Priemer	121	63	82	58 mmHg	57 /min	6941
Maximum	138	75	96	65 mmHg	81 /min	11178
Minimum	107	49	68	52 mmHg	42 /min	5586
Smerodajná odchýl	10	8	8	5 mmHg	10 /min	1632
Diurnálny index	21	31	27 %			
H.časový index PT	43	0	8 %			
H.impact	106	0	5 mmHg*h/24h			
Hypoton index	0	38	0 %			
Hypoton imp	0	47	0 mmHg*h/24h			

Systola	Maximum	1.3.2012	22:00	A	138 /	75 mmHg	81 /min
	Minimum	2.3.2012	02:40	A	107 /	49 mmHg	59 /min
Diastola	Maximum	1.3.2012	22:00	A	138 /	75 mmHg	81 /min
	Minimum	2.3.2012	02:40	A	107 /	49 mmHg	59 /min
PP	Maximum	1.3.2012	23:20	A	131 /	66 mmHg	63 /min
	Minimum	2.3.2012	02:00	A	114 /	62 mmHg	55 /min
MAP	Maximum	1.3.2012	22:00	A	138 /	75 mmHg	81 /min
	Minimum	2.3.2012	02:40	A	107 /	49 mmHg	59 /min
Pulz	Maximum	1.3.2012	22:00	A	138 /	75 mmHg	81 /min
	Minimum	2.3.2012	04:40	A	133 /	71 mmHg	42 /min
Dvojitý produkt	Maximum	1.3.2012	22:00	A	138 /	75 mmHg	81 /min
	Minimum	2.3.2012	04:40	A	133 /	71 mmHg	42 /min

1.3.2012	07:52	Volná manžeta			
1.3.2012	07:59	M	156 / 84	mmHg	84 /min
1.3.2012	08:12	A	170 / 95	mmHg	104 /min
1.3.2012	08:32	A	161 / 107	mmHg	122 /min
1.3.2012	08:52	A	150 / 94	mmHg	100 /min
1.3.2012	09:12	A	167 / 109	mmHg	96 /min
1.3.2012	09:32	A	152 / 107	mmHg	90 /min
1.3.2012	09:52	A	139 / 91	mmHg	78 /min
1.3.2012	10:12	A	171 / 90	mmHg	81 /min
1.3.2012	10:32	A	163 / 94	mmHg	79 /min
1.3.2012	10:52	A	151 / 94	mmHg	79 /min
1.3.2012	11:12	A	168 / 93	mmHg	88 /min
1.3.2012	11:32	A	157 / 99	mmHg	101 /min
1.3.2012	11:52	A	151 / 92	mmHg	88 /min
1.3.2012	12:12	A	152 / 90	mmHg	82 /min
1.3.2012	12:32	A	157 / 89	mmHg	87 /min
1.3.2012	12:52	A	156 / 86	mmHg	85 /min
1.3.2012	13:12	A	151 / 79	mmHg	94 /min
1.3.2012	13:32	A	173 / 91	mmHg	99 /min
1.3.2012	13:52	A	149 / 81	mmHg	80 /min
1.3.2012	14:12	A	160 / 90	mmHg	91 /min
1.3.2012	14:32	A	146 / 90	mmHg	100 /min
1.3.2012	14:52	A	145 / 91	mmHg	132 /min
1.3.2012	15:12	A	164 / 98	mmHg	121 /min
1.3.2012	15:32	A	176 / 93	mmHg	117 /min
1.3.2012	15:52	A	153 / 87	mmHg	89 /min
1.3.2012	16:12	A	148 / 78	mmHg	85 /min
1.3.2012	16:32	A	157 / 95	mmHg	95 /min
1.3.2012	16:52	A	145 / 94	mmHg	92 /min
1.3.2012	17:12	A	153 / 102	mmHg	90 /min
1.3.2012	17:32	A	148 / 86	mmHg	81 /min
1.3.2012	17:52	A	148 / 82	mmHg	87 /min
1.3.2012	18:12	A	159 / 91	mmHg	88 /min
1.3.2012	18:32	A	159 / 91	mmHg	89 /min
1.3.2012	18:52	A	153 / 86	mmHg	79 /min
1.3.2012	19:12	A	151 / 84	mmHg	88 /min

koNiec



Začiatok vyšetrenia:

62 Meranie 0 Príhoda



dátA



pRiemery



Histogram

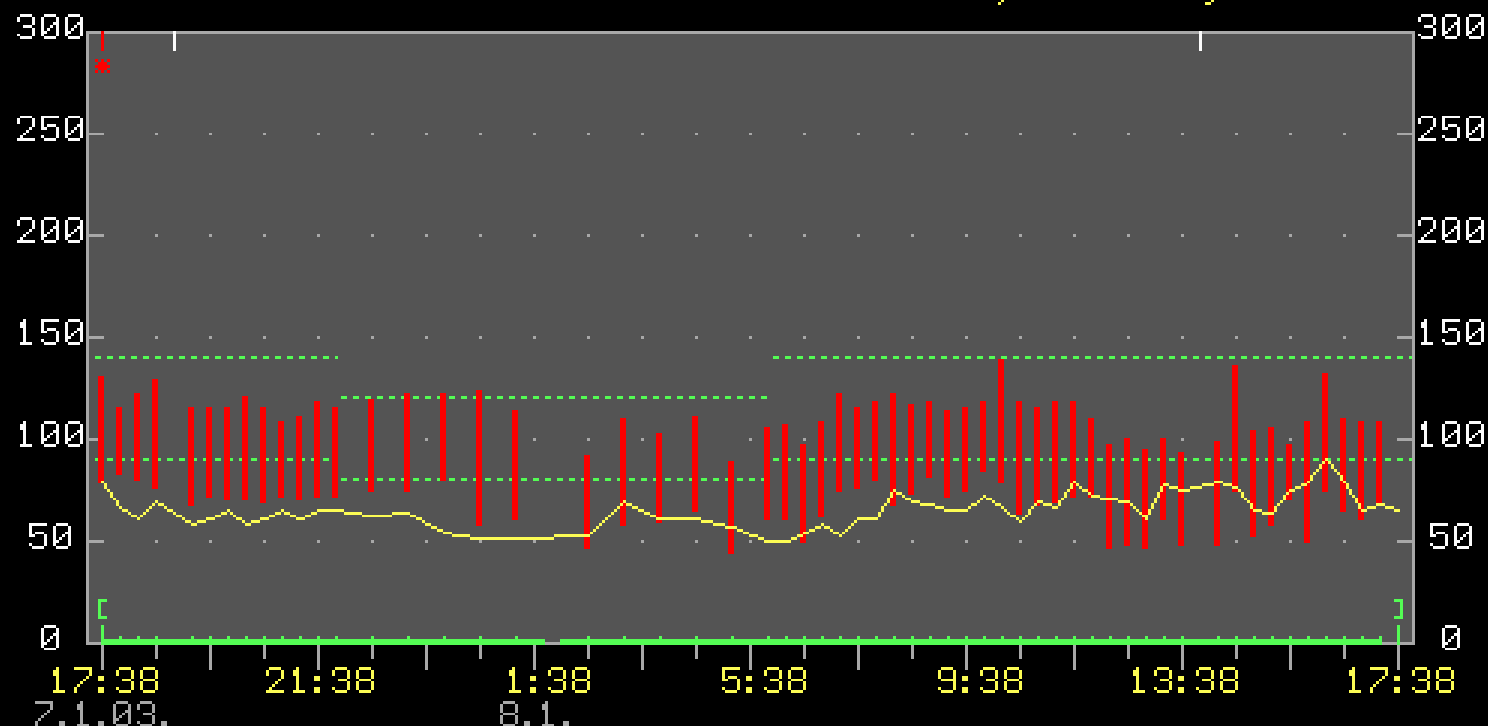


Del



mmHg

1 deň, 1 hod./jednotka mmHg



Štatistika

23hod. 22min. 57dátA

Znova

1:všetko

2:deň

3:noc

Čas začí.: 07.01.2003. 17:38

B

-

+

Čas konč.: 08.01.2003. 17:38

C

-

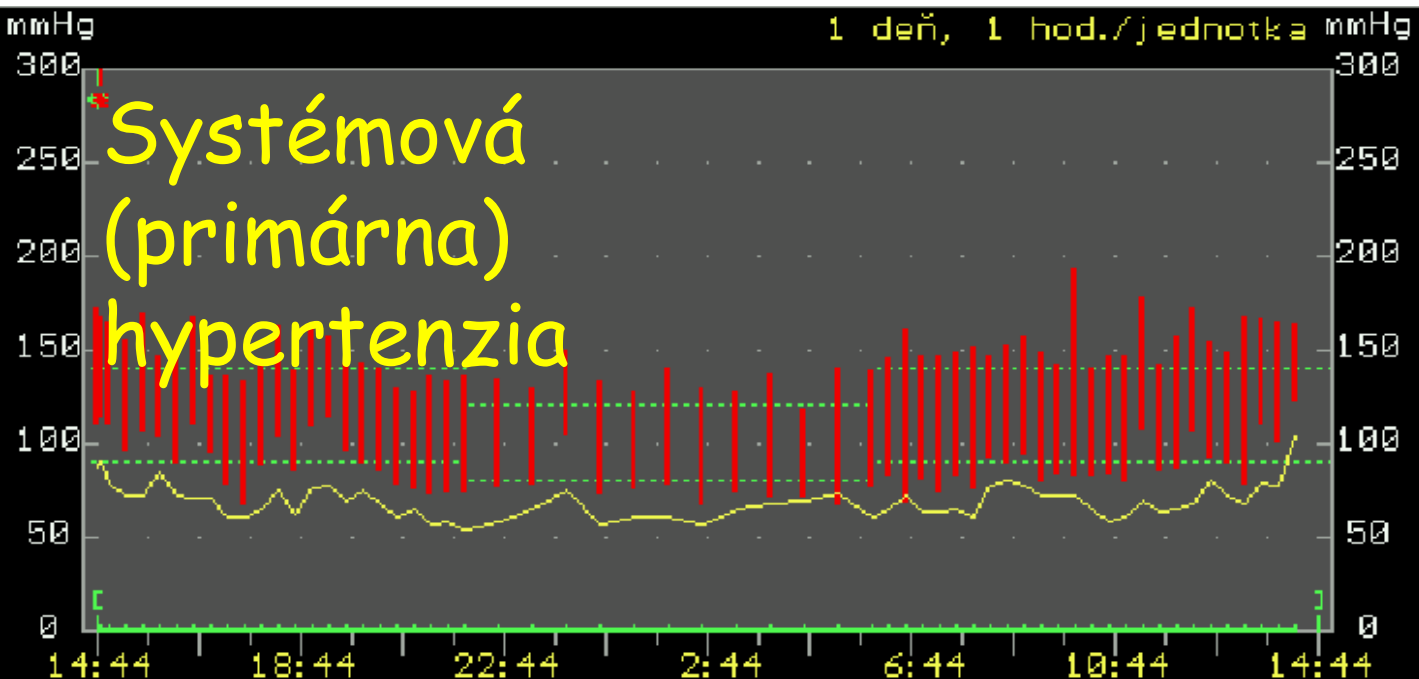
+

Deň: 140/ 90 P 06:00-22:00 *

Noc: 120/ 80 J

Vážený

Memo	M	Sys	1	Dia	5	PP	6	MAP	7	HR	8
Prime.		111.47		65.19		46.37		81.30		63.50	
Maximum		138.00		84.00		65.00		98.67		89.00	
Minimum		88.00		44.00		27.00		58.67		49.00	
StdDev		10.78		10.83		7.05		10.25		8.72	
Diurn. Idx		1.83		6.80				4.53%			
H.timeidx		8.56		0.00				2.85%			
H.impact		4.79		0.00				0.46 mmHg/h			

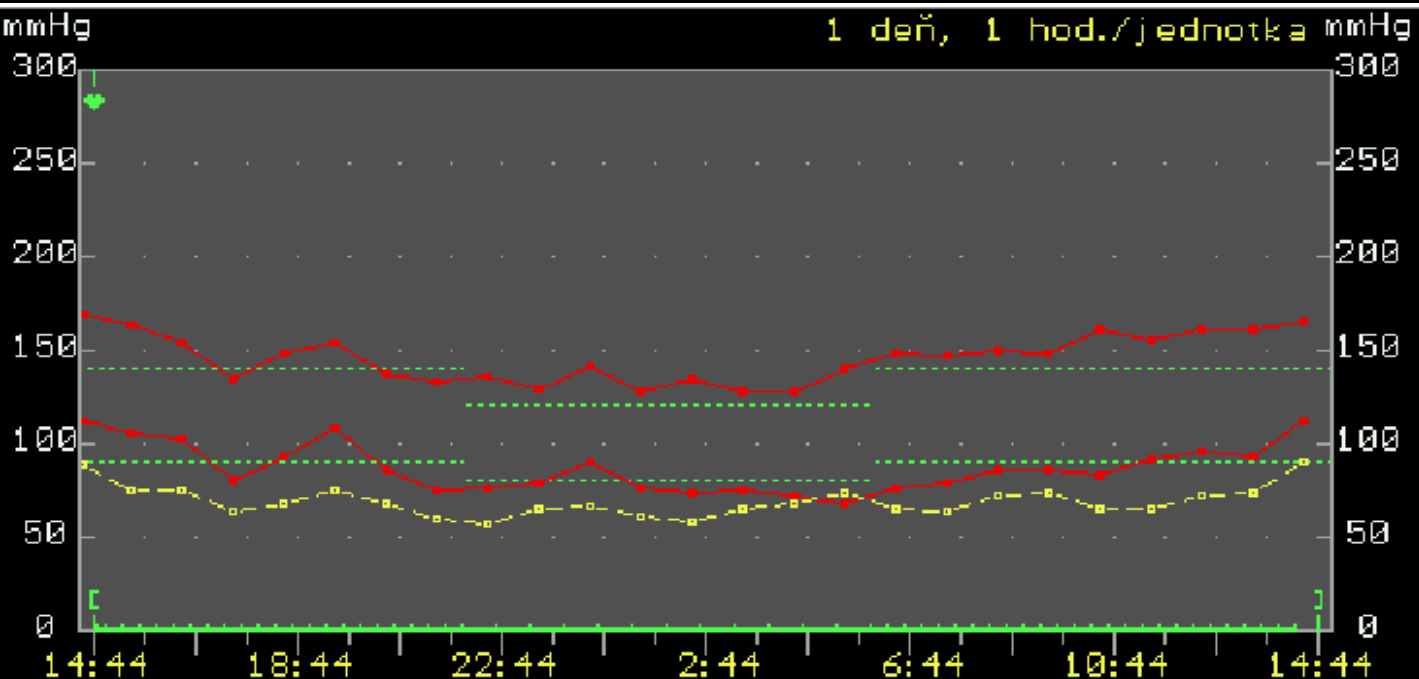


priem.

145/85

max.

192/123



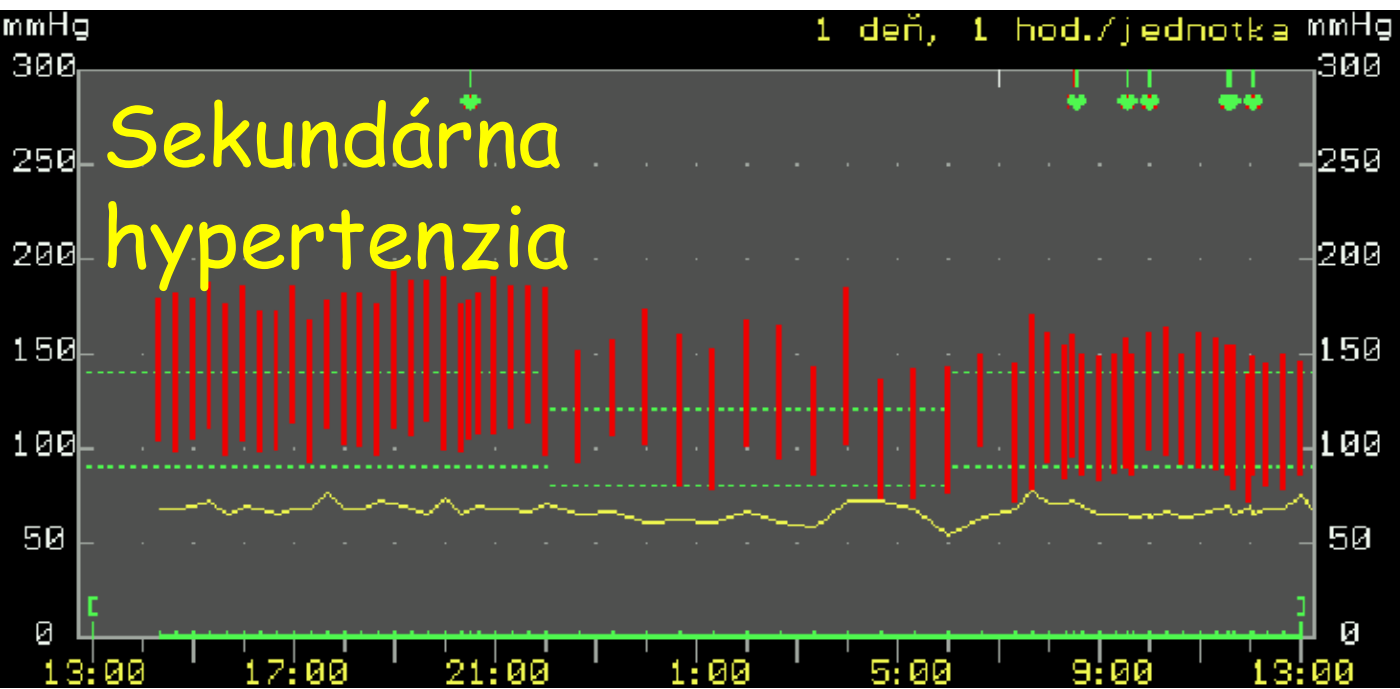
min.

117/68

DI

11,59%

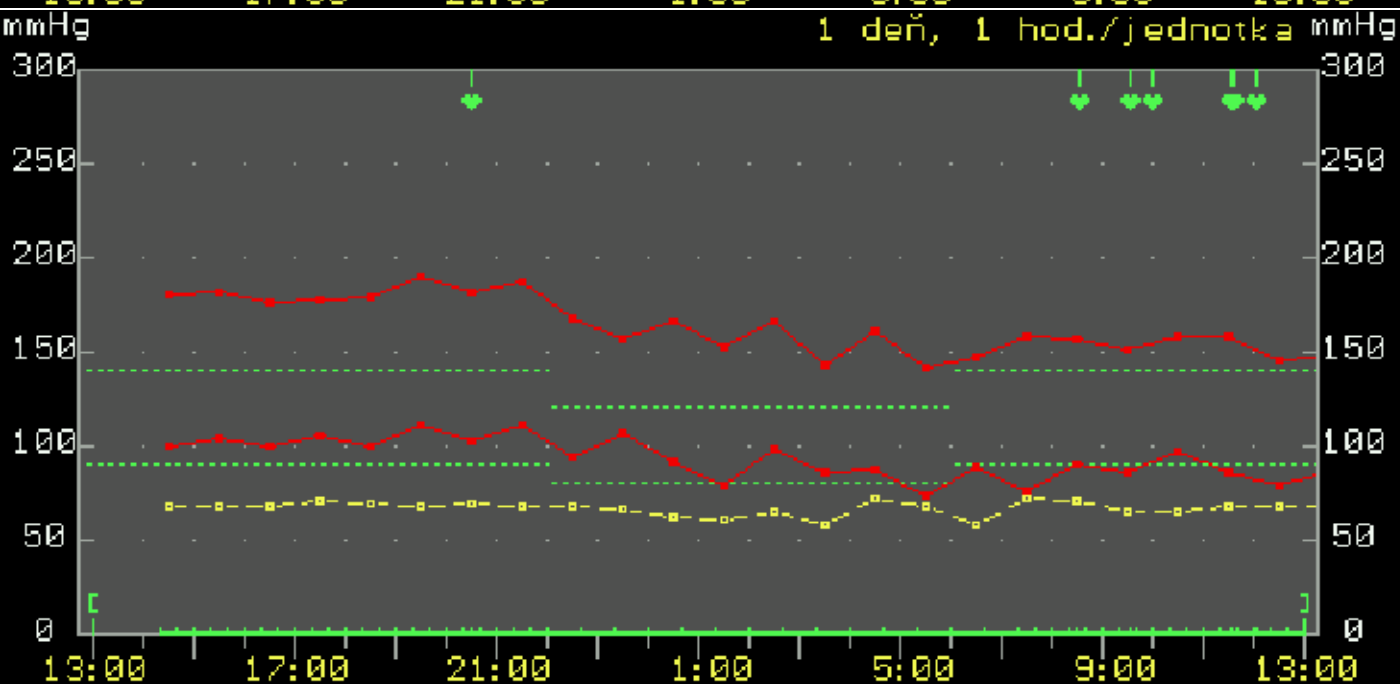
(norma: 10-20%)



priem. 164/93

max.
192/114

min.



136/72

DI

5,66%

(norma: 10-20%)

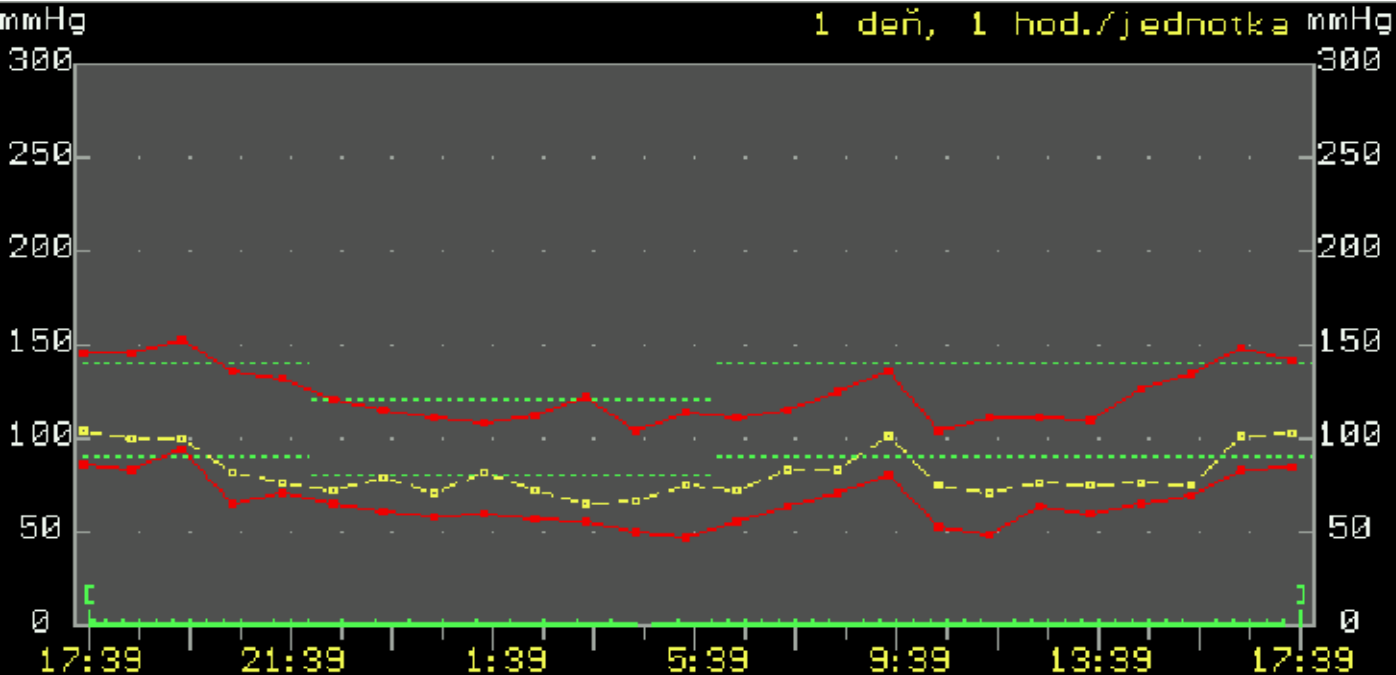


Priem.

122/65

max.

160/100



min.

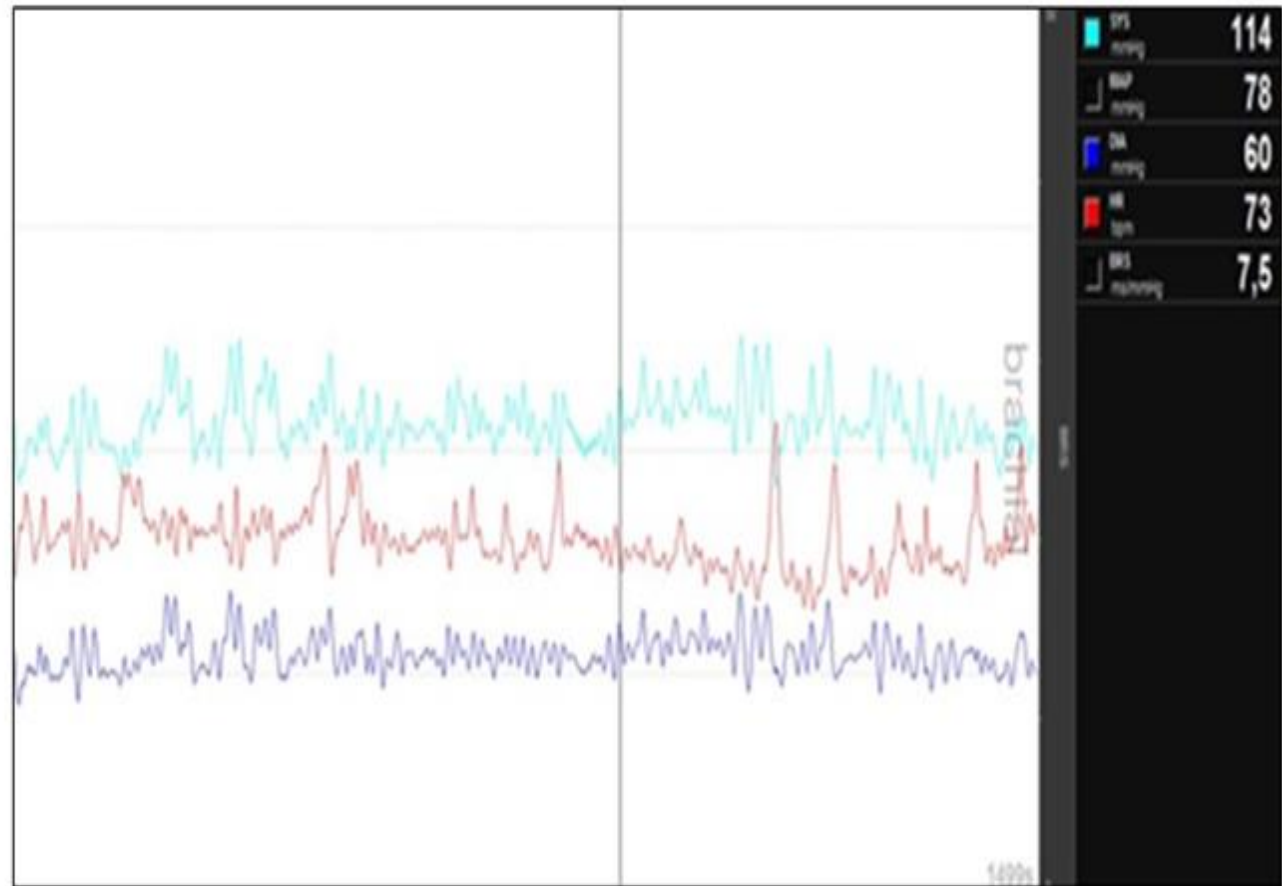
95/37

DI

10,94%

(norma: 10-20%)

„beat-to-beat“ meranie TK



Manažment pacienta so stresovou etiológiou

- 1. Vyšetrenie** – stanovenie stresového profilu – kognitívny, emočný stres
- 2. Diagnostika** autonómneho profilu
- 3. Personalizácia** nefarmakologickej liečby – HRV biofeedback, EMG biofeedback, EDR biofeedback, neurofeedback...

Elektroencefalografia - EEG

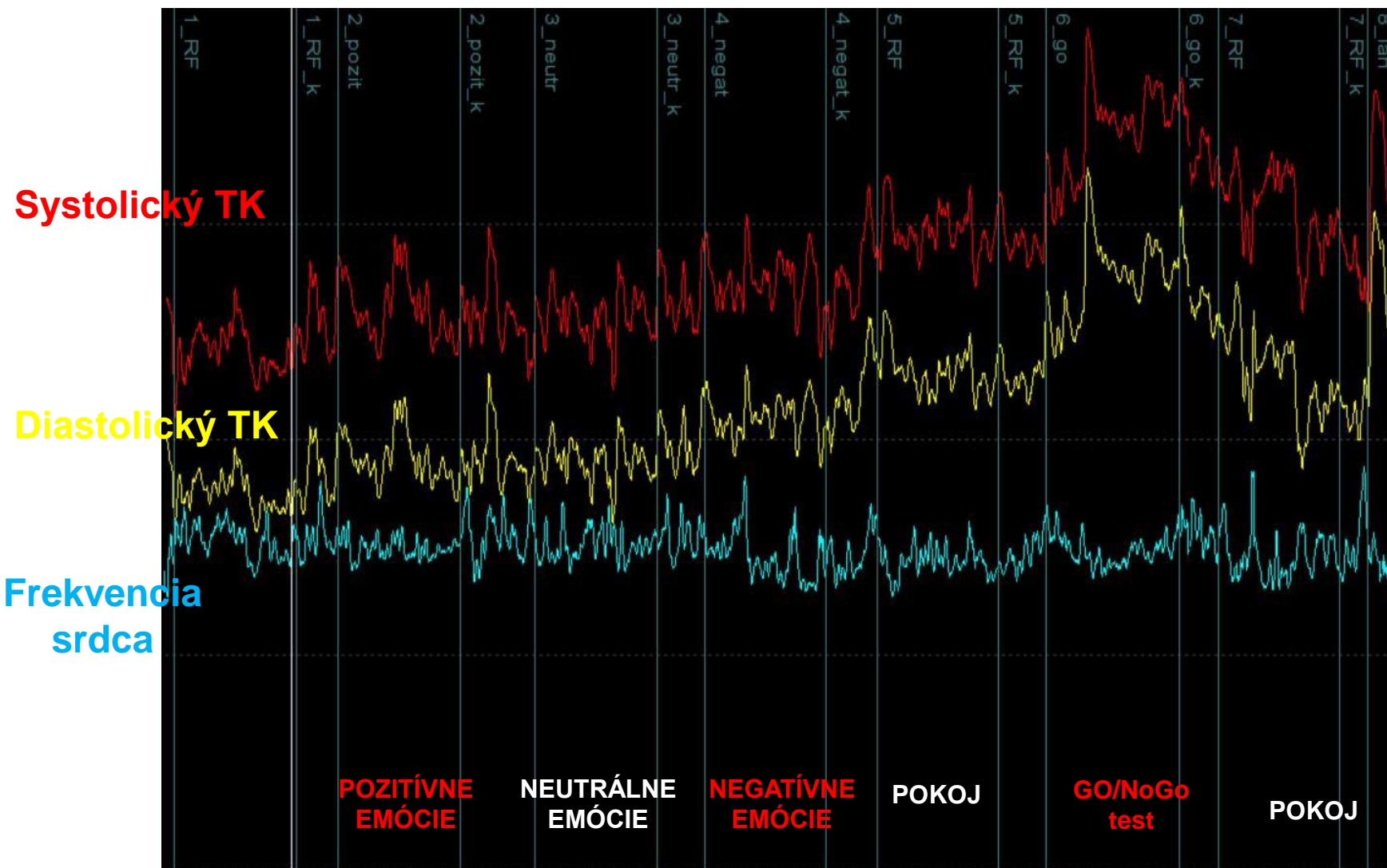
princíp neurofeedbacku



Psychofyzilogické metódy

princíp biofeedbacku
stresová odpoveď – pokoj, záťaž, recovery

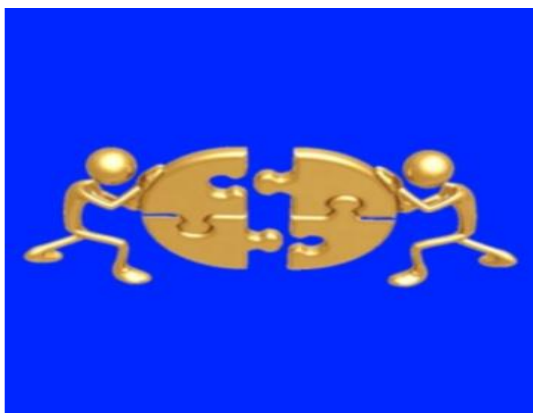
Stanovenie stresového profilu



*Človek je svet v malom
(Demokritos)*



teória



prax

*Prax bez teórie je slepá, teória bez praxe neplodná
(J.D. Bernal)*

ĎAKUJEM ZA POZORNOSŤ