

Základní termíny zátěžové  
fyziologie, funkční diagnostika ,  
interpretace

MUDr.Martin Komzák, Ph.D.

# K čemu je nutná alespoň minimální vytrvalostní zdatnost

- Schopnost sportovce regenerovat po akutní únavě, dlouhodobá pracovní tolerance
- U závodního rychlostního sportovce "absolvovat celoroční "kolotoč" zápasů
- Kardiovaskulárně limitovaný: svobodná volba koníčků i povolání, tedy schopnost sociální rehabilitace
- Obézní + nevykonný: možnost pohybem redukovat nadváhu ( "jinak by musel chodit šouravým krokem 12 hodin denně..")
- Kardiovaskulární a metabolická prevence pohybem má nejvyšší benefit při zvýšení zdatnosti z nejnižšího kvartilu zdatnosti

# Výkon (Watt)

- Místo definice: na ergometru sestra nastaví watty, tedy výkon, který od probanda budeme po určitou dobu požadovat
- Práce = výkon za čas (J)
- To, jak měníme watty v čase je zátěžový protokol

# Základní postulát ukazující, že do zátěžové fyziologie alespoň maličko vidím

- Své pacienty (klienty, sportovce) zatěžují ve wattech na kilogram hmotnosti

# Ukazatele odezvy na zátěž

- Jedná se o údaj o stavu fyziologické funkce organismu, ne o údaj o absolvované zátěži (tj. rychlost, vzdálenost, apod.)
- **Předstartovní stav** (aktivace sympatiku)
- **Průběh zátěže** (změny v krevním oběhu, respiraci, odvodu tepla,...)
- **Zotavení** (aktivace parasympatiku)

# Ukazatele odezvy na zátěž

- Subjektivní (míra únavy, dušnost,...)
- Objektivní (měřeny přístroji)

# Ukazatele odezvy na zátěž

- Subjektivní
- Borgova škála zátěže

# BORGOVA ŠKÁLA SUBJEKTIVNÍHO VNÍMÁNÍ INTEZITY ZÁTĚŽE - RPE (rating of perceived exertion)

6

14

7 velmi, velmi lehká

15 namáhavá

8

16

9 velmi lehká

17 velmi namáhavá

10

18

11 lehká

19

12

20 velmi, velmi namáhavá

13 poněkud namáhavá



# Ukazatele odezvy na zátěž

- **Subjektivní**
- **Test du parler** = při aerobní zátěži dojde ke zvýšení ventilace do takové míry, že člověk není schopen mluvit = přibližná úroveň aerobního prahu

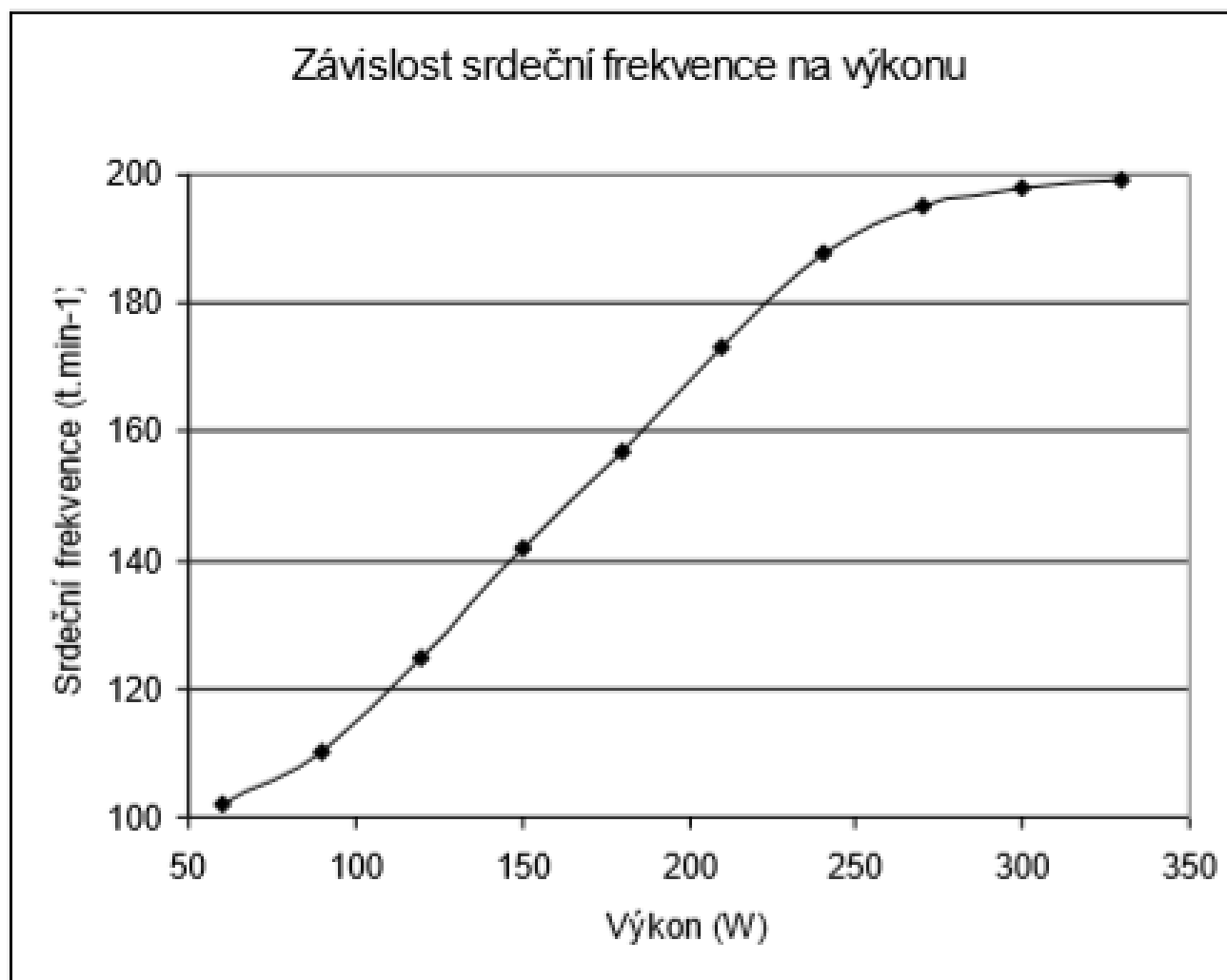
# Ukazatele odezvy na zátěž

- Objektivní
- Kardiovaskulární ukazatele

# Srdeční frekvence

- Měřena sporttesterem nebo EKG
- Orientačně určuje energetický metabolismus, příjem kyslíku = výkonnost
- Klidová SF – 60-75/min
- Bradykardie pod 60/min, tachykardie nad 90/min

# Zátěžová TF



# Tepové rozpětí (tepová rezerva)

- HRmax pro daný sport konkrétní osoby - HR klidová
- !!! Tepové rozpětí pokud to jenom trochu jde stanovujeme individuálně a zvlášt' pro různé sporty

# Pamatujte

- Adaptací na zátěž klesá HR klidová, HRmax jen zcela nepatrně
- Intenzitu zátěže je optimální porovnávat v procentu tepového rozpětí

# Raději nepamatujte:

- HRmax je v průměru 220-věk (pro běh)  
ale 2 SD toho průměru jsou cca 15 - 20 tepů  
(!!!)
- Těch 220 - věk znají i malé děti, ale skoro nikdo nechápe, že když rozpětí populačních hodnot je plusminus dvacet tepů od průměru, je takové sdělení pro individuální výpočty **TÉMĚŘ NANIC**

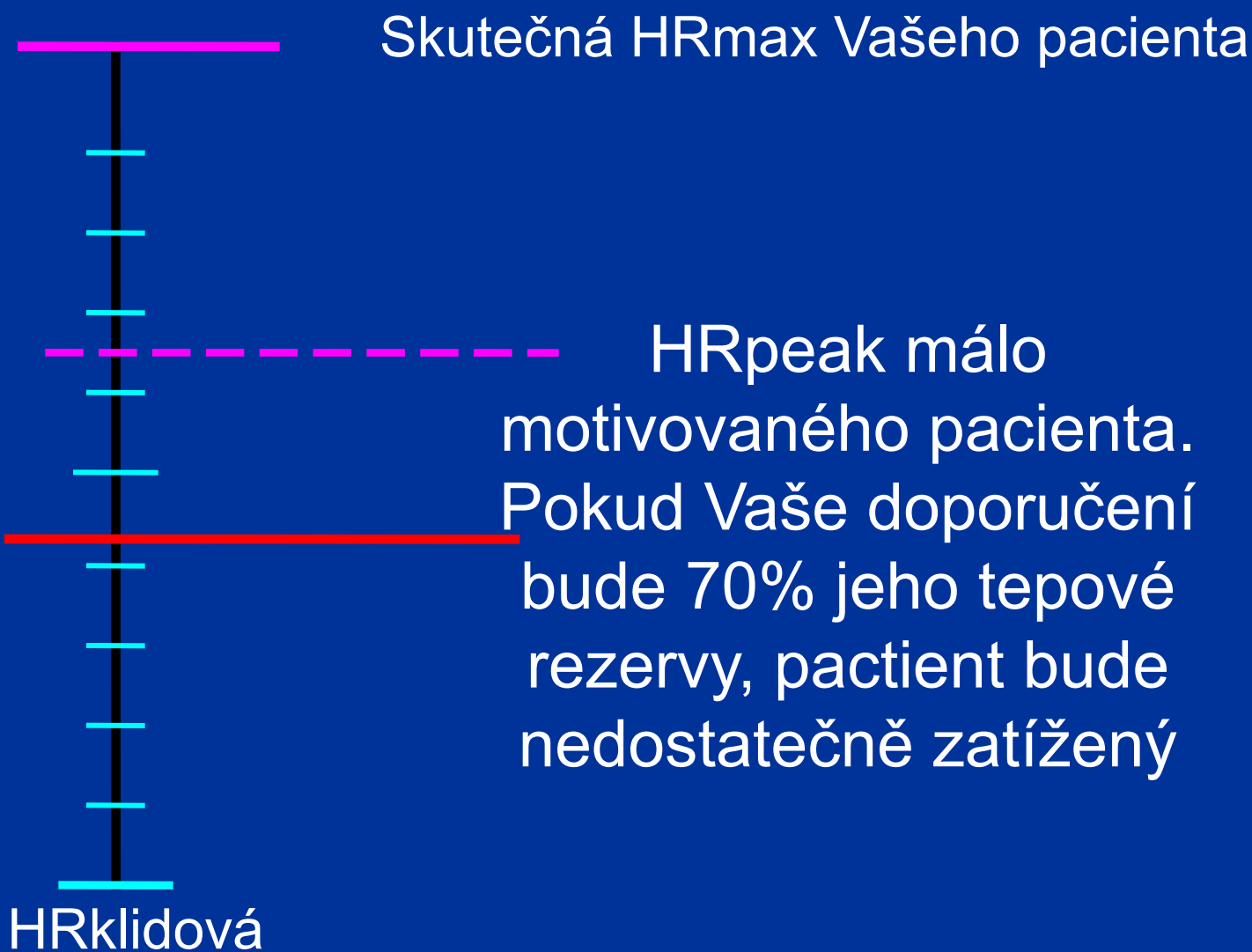
Když už na té nesmyslné formuli trváte, pak pro HRmax pamatujte

- Při běhu 220 - věk
- Při jízdě na ergometru o cca 10 tepů méně
- Při plavání o dalších 15 - 20 tepů méně
- Platí cca od 35 let u mužů, 25 let u žen



# Tepové rozpětí (tepová rezerva) pacienta

- HRmax ( nebo HRpeak ...dosažitelná) mínus HR klidová
- Pokud HRpeak a ne HRmax: pište HRpeak byla limitována symptomy (a vždy uveďte jakými.. dušnost, bolest kolene, arytmie, oprese, hypertonická reakce apod.)
- Pozor na betablokátory sympatiku - i tam se lze řídit tepovým rozpětím (a je to HRmax)



# Krevní tlak

- Hydrostatický tlak v krevním řečišti
- Ovlivněn pružností cév (odpor cévního řečiště)
- Systolický a diastolický
- Změna během několika vteřin – nutnost opakování měření
- Norma 120/80 (změna=přetrénování)

# Krevní tlak

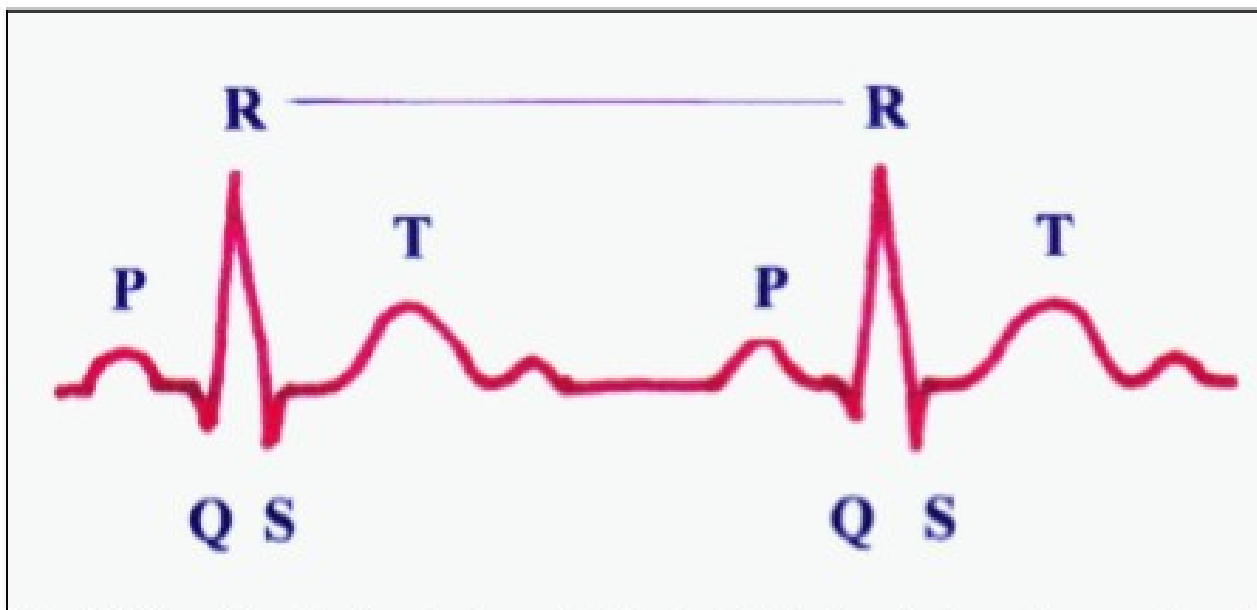
- TKD se při zátěži snižuje či stagnuje
- TKS se při zátěži zvyšuje, max 240mmHg
- Pokles TK při zátěži značí přetížení myokardu ev. následné selhání krevního oběhu!!!

# Krevní tlak

- Po ukončení zátěže se TK vrací k původním hodnotám, většinou i pod (využití dynamické PA při léčbě hypertenze)
- **CAVE!** pád a ztráta vědomí!

# EKG - elektrokardiogram

- zaznamenání elektrické aktivity srdce

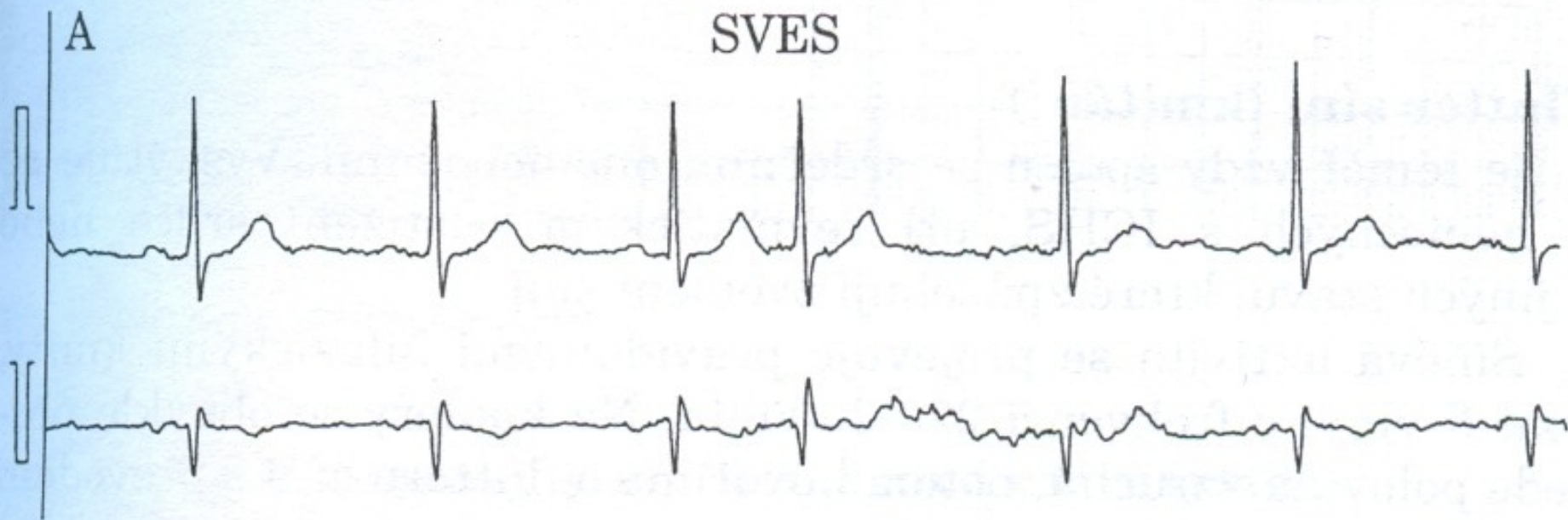


*Vysvětlivky: vlna P – depolarizace síní, kmity QRS – depolarizace komor, vlna T – repolarizace komor.*

# EKG - elektrokardiogram

- respirační arytmie
- ojedinělé KES v klidu nebo po zátěži
- při zátěži nesmí přibývat **ektopické aktivity!**
  
- **Změny ST úseku – ischemie**
- **Prodloužené QT**

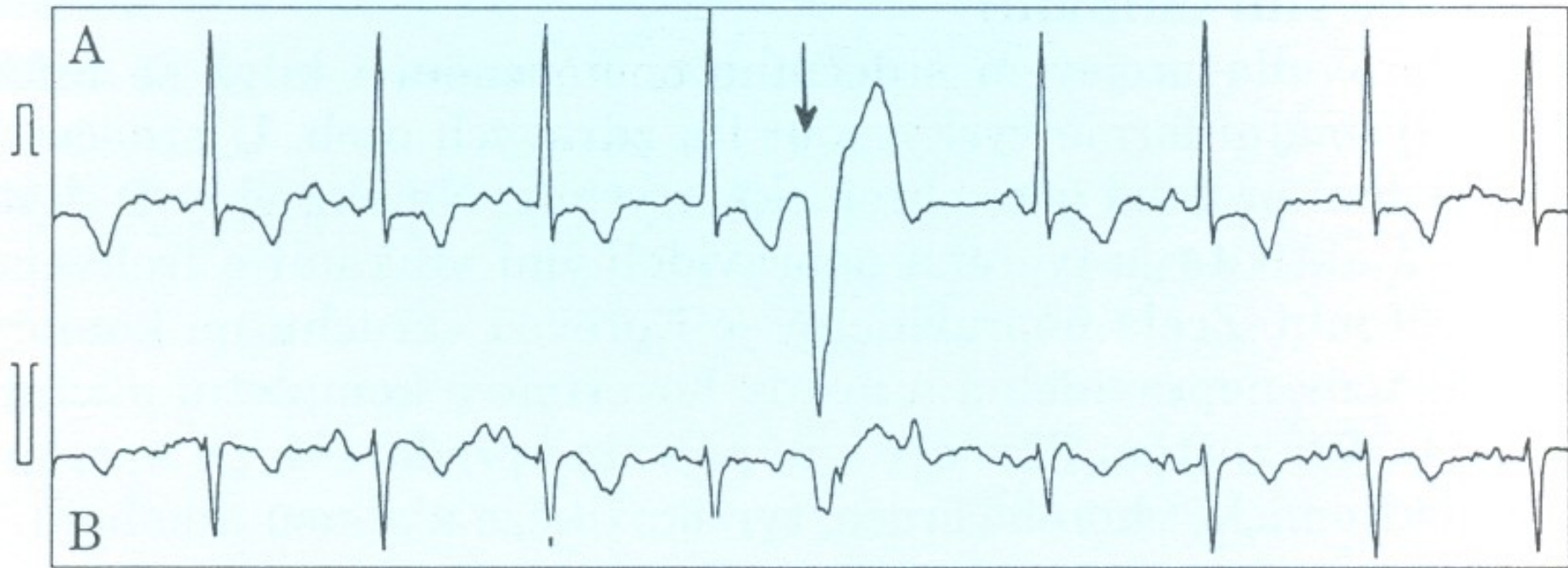
# Ektopická aktivita



Obr. č. 11: Předčasný síňový stah.



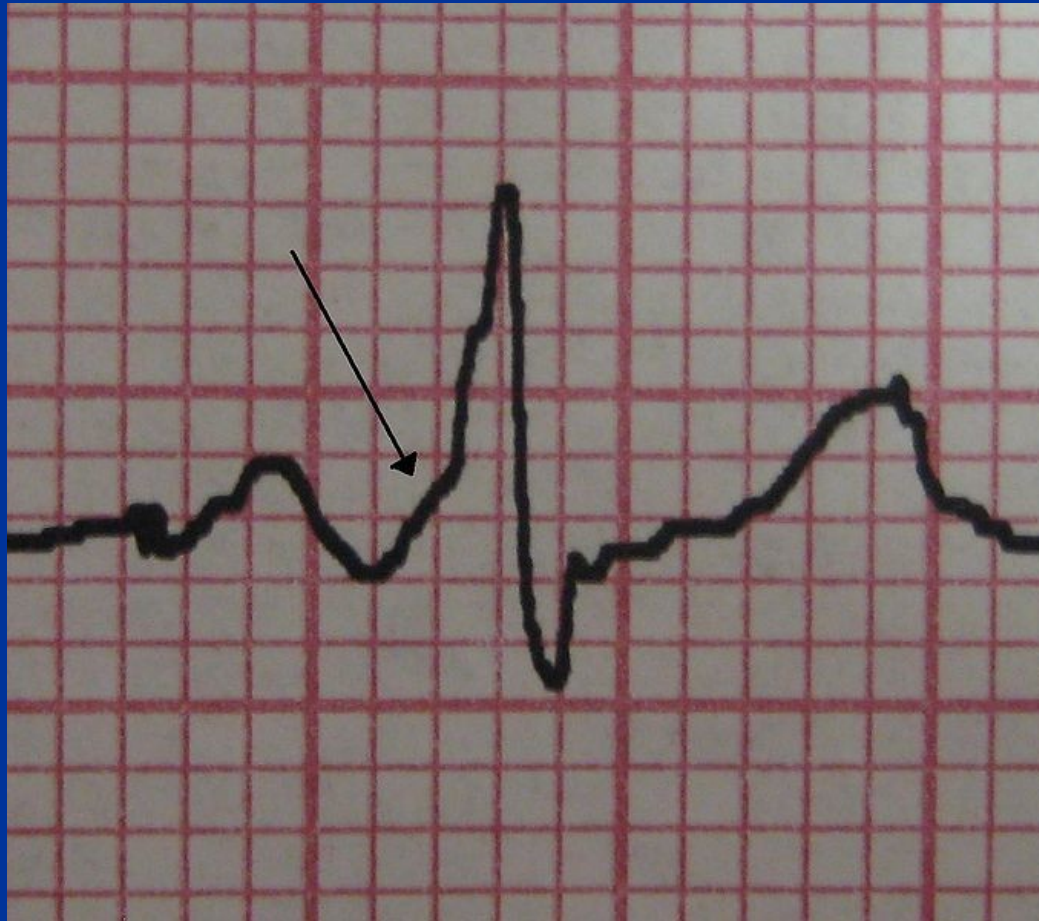
# Ektopická aktivita



Obr. č. 15: Předčasný komorový stah (označený šipkou).

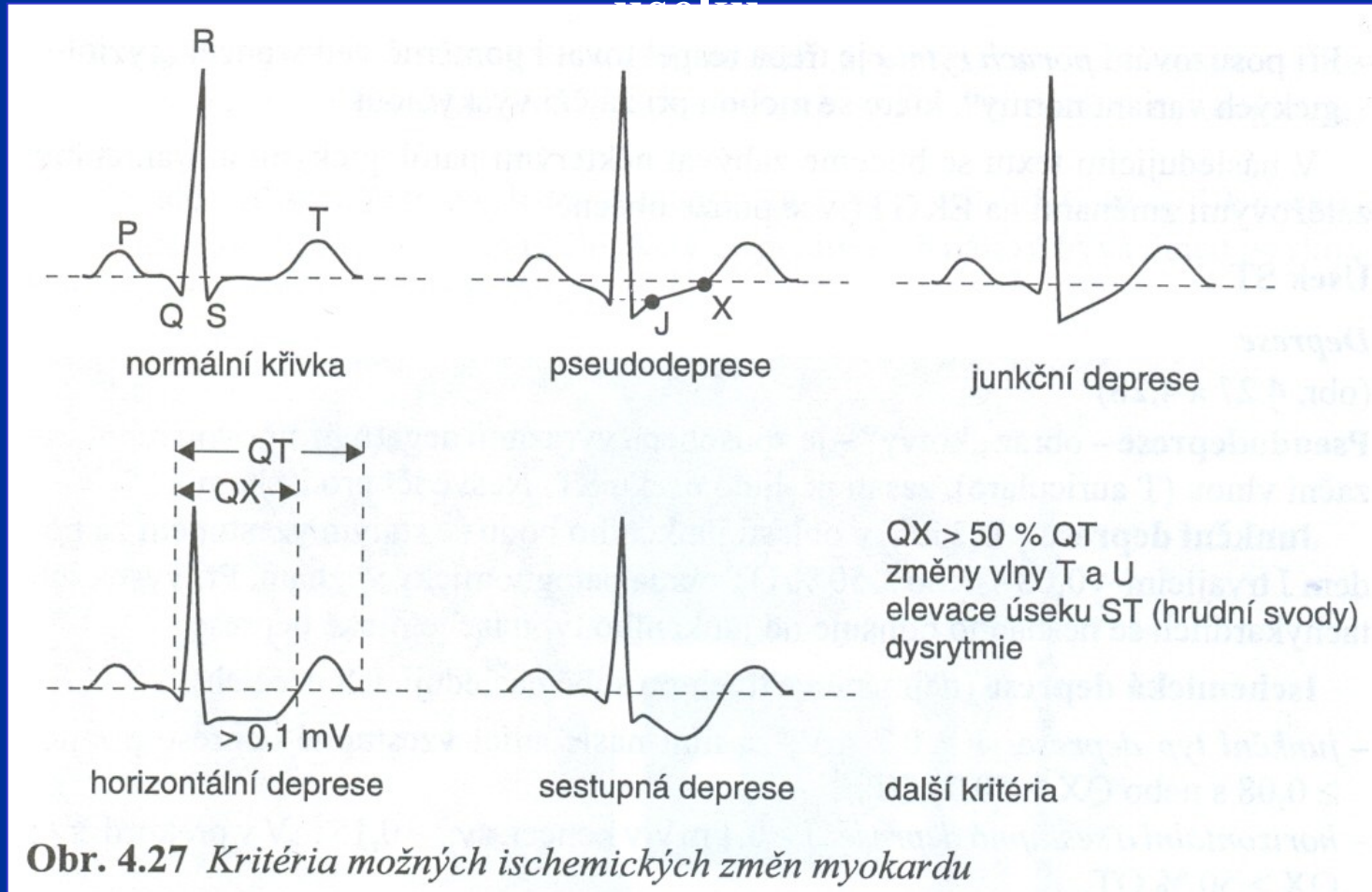
# PORUCHY DEPOLARIZACE

Syndrom preexcitace (W-P-W aj.)

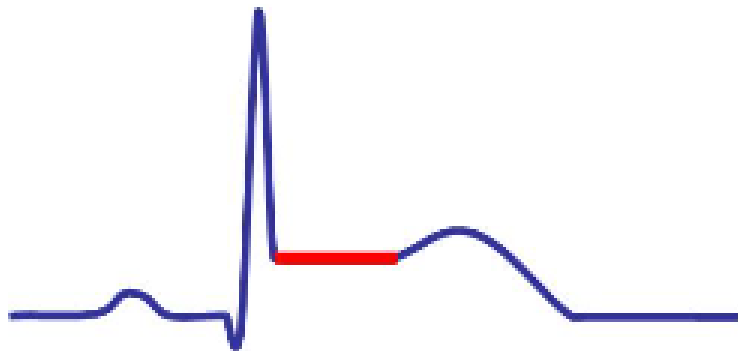


# PORUCHY REPOLARIZACE

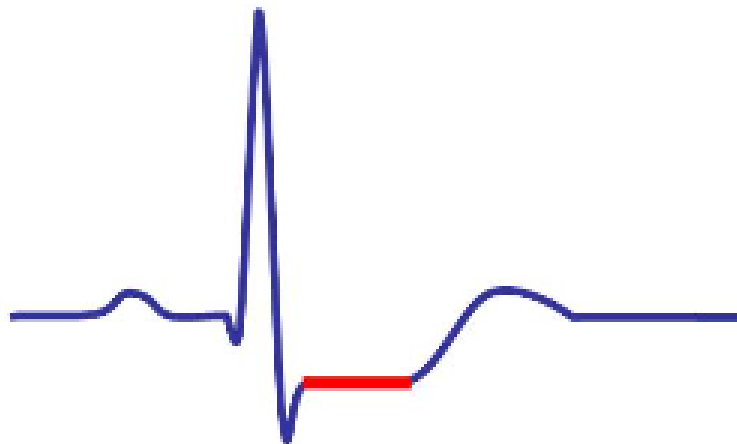
## Deprese ST



# Ischemie



Elevace ST (STE) je přítomna ve svodech ležících na hrudní stěně nad ložiskem v myokardu



V přítomnosti STE je deprese ST ve svodech, které jsou protilehlé (reciproční) k umístění ložiska v myokardu

# EKG při zátěži

## SOUHRN – ZÁVĚR

**Při zátěži** by neměly být přítomny **poruchy rytmu ani repolarizace**.

Měla by být přítomna pravidelná sinusová tachykardie, přiměřená zátěži.

**V klidu** mohou být některé dysrytmie projevem:

- **Výraznější neurovegetativní aktivity:** sinusová respirační dysrytmie (variabilita srdeční frekvence).
- **Vagotonie** (vrozené nebo jako adaptace na vytrvalostní trénink): bradykardie.

# Ukazatele odezvy na zátěž

- Objektivní
- Kardiovaskulární ukazatele
- Ventilačně-respirační ukazatele  
(spiroergometrické)

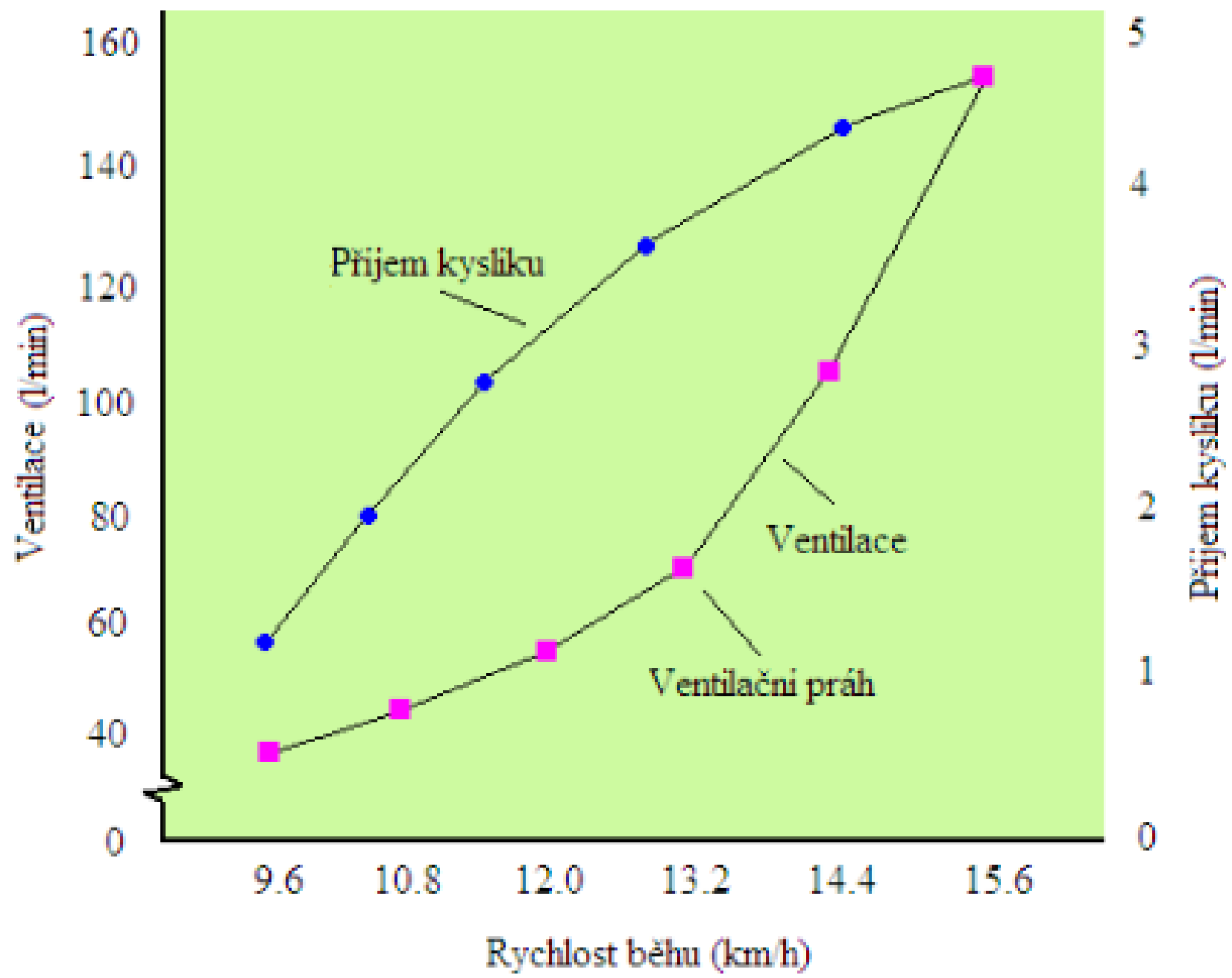
# Spiroergometrické ukazatele

- **Minutová ventilace (V, VE, l/min)**
- Množství vzduchu prodýchaného za minutu
- Součin dechového objemu plic a dechové frekvence
- Klid: 5-6l/min
- Předstartovní stav: klid x 2
- Zátěž: až 200 l/min

# Spiroergometrické ukazatele

- Během zátěže dochází nejprve k postupnému zvýšení VE, následně v tzv. **ventilačně anaerobním prahu** dojde k prudkému zvýšení (kompenzace zátěžové acidózy)
- Při únavě se posunuje do nižších hodnot
- Po skončení zátěže postupný pokles během 10-15 minut





# Spiroergometrické ukazatele

- **Minutový příjem kyslíku ( $VO_2$ , l/min)**
- Objem kyslíku, který přijmeme do těla dýchacími cestami
- Nutno vztahovat na kg hmotnosti těla
- Klidová hodnota: 3,5ml/min/kg
- Vyšší hodnoty = fáze regenerace, zánět, hypertyreóza, ...

# Spiroergometrické ukazatele

- Maximální minutový příjem kyslíku ( $\text{VO}_2$  max)
- Odraz kapacity transportního systému pro kyslík
- Snížení = únava, přetrénování, de kondice
- max. hodnoty 60-80 ml/kg/min

# Spiroergometrické ukazatele

- Násobek klidového výdeje energie /MET/
- 1MET = spotřeba energie v klidu vsedě v bdělém stavu
- 1MET = 3,5ml/kg/min O<sub>2</sub>

# Spiroergometrické ukazatele

- **RER** = poměr expirační výměny
- $VCO_2/VO_2$
- Platí pro výměnu plynů v plicích
  
- **RQ** = respirační kvocient
- Platí pro výměnu plynů v buňce
- $RER = RQ$  pouze v rovnovážném stavu

# Spiroergometrické ukazatele

- RER v klidu cca 0,7
- RER při zátěži = 1,00 =  $V_{CO_2} = V_{O_2}$  =  
ventilačně anaerobní práh
- Max zátěž = RER 1,10 – 1,20

# RER

závisí na stravě

**(u sacharidů je RER 1, bílkovin 0,80 a u tuků 0,70, u smíšené stravy 0,80-0,85)**